



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

ALGORITMIZACE PRO PODPORU ROZHODOVÁNÍ

ALGORITHMIZATION FOR DECISION SUPPORT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Šišlák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky
Student: **Petr Šišlák**
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Manažerská informatika
Vedoucí práce: **prof. Ing. Petr Dostál, CSc.**
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Algoritmizace pro podporu rozhodování

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Návrh řešení a přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Diplomová práce se zabývá obchodováním s kryptoměnami a nástroji pro podporu rozhodování. Výstupem práce bude vytvoření software pro predikci vývoje cen vybraných kryptoměn na základě technické analýzy. Pro tvorbu software bude využito specializovaných nástrojů, např. MultiCharts, do kterého budou implementována data z kryptoměnových burz.

Základní literární prameny:

DOSTÁL, P. Advanced Decision Making in Business and Public Services. Brno: CERM, 2011. 168 s. ISBN 978-80-7204-747-5.

DOSTÁL, P. Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě. Brno: CERM, 2012. 718 s. ISBN 978-80-7204-798-7.

GRAHAM, B. Inteligentní investor. Praha: GRADA, 2007. 504 s. ISBN 978-80-247-1792-0.

VIGNA, P. and M. CASEY. The age of cryptocurrency: how bitcoin and digital money are challenging the global economic order. New York: St. Martin's Press, 2015. ISBN 978-1-250-06563-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně dne 29.2.2020

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na vývoj cenových indikátorů, které se využívají k efektivnímu obchodování na burze. Součástí práce je technická analýza vybraného měnového páru v daném čase a na základě výsledků vytvoření efektivního indikátorů a testování v různých časových intervalech.

Abstract

The bachelor thesis is focused on the development of price indicators, which are used for effective trading on the stock exchange. Part of the work is a technical analysis of the selected currency pair at a chosen time and based on the results of create effective indicators and test them at different time intervals.

Klíčová slova

obchodování, programování, burza, kryptoměny, cenový graf, backtestování, optimalizace

Key words

trading, programing, stock exchange, cryptocurrencies, price chart, backtesting, optimalization

Bibliografická citace

ŠIŠLÁK, Petr. Algoritmizace pro podporu rozhodování [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125520>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Petr Dostál.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 17. května 2020

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych velice rád poděkoval především prof. Ing. Petru Dostálovi, CSc. Za věnovaný čas při konzultacích, pomoc při psaní práce, ochotu a odborné rady.

OBSAH

ÚVOD.....	10
CÍLE, PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	11
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	12
1.1 Co je to FOREX	12
1.2 Hlavní hráči na FOREXu	13
1.3 Měnové páry.....	15
1.3.1 Hlavní měny:.....	15
1.3.2 Vedlejší měny:	16
1.3.3 Exotické měny:	16
1.3.4 Křížové měny:.....	17
1.3.5 Terminologie měnových párů – slangové výrazy:.....	17
1.4 Kryptoměny.....	18
1.4.1 Blockchain	18
1.4.2 Bitcoin.....	20
1.5 Data	21
1.6 Technická analýza.....	21
1.7 Cenové vzory – price patterns.....	23
1.8 Technické indikátory.....	24
1.9 Obchodní pozice a typy příkazů.....	26
1.9.1 Typy obchodních příkazů:	27
1.10 Obchodní strategie	28
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	29
2.1 Algo-Trading Platformy.....	29
2.1.1 QuantConnect	29
2.1.2 Quantopian.....	30
2.1.3 MetaTrader 4.....	31
2.2 ZigZag	32
2.3 Trendové kanály.....	33
3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ.....	34
3.1 Data	35
3.2 Vlastní ZigZag	35
3.2.1 Vývojový diagram a zdrojový kód	38

3.2.2	Testování funkce/indikátoru ZigZag	40
3.3	Strategie „Average Top & Bottom“	43
3.3.1	Vývojový diagram a zdrojový kód	43
3.3.2	Testování správného chování strategie	45
3.4	Backtest a optimalizace	47
3.4.1	Testované možnosti strategie	48
3.5	Nejlepší výsledky	50
ZÁVĚR		52
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ		53
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ		55
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....		57

ÚVOD

Obchodování na burze je již desítky let zažitá činnost, bez které by tisíce firem, bank či lidí dnes již nedokázali fungovat. Tvoří jejich hlavní či vedlejší příjem a jsou středem jejich zájmu. Postupem času se však obchodování vyvíjí stejně tak, jako se vyvíjí jiné části ekonomiky, ať už se jedná o automobilový, letecký či jiný průmysl.

Obrovským milníkem této sféry je období, kdy na svět přišly první počítače a byly využity jak na propojení jednotlivých burz po celém světě nebo pro obrovské zvýšení dostupnosti burzy, tak pro aplikování jich na rozhodování o nákupu či prodeji.

Začali tak vznikat roboti, kteří mohou obchodovat nonstop a rozhodovat rychleji, než lidský faktor.

V teoretické části se zaměřím na vysvětlení důležitých pojmů, zkratk a významů, které je třeba znát, aby člověk porozuměl samotnému obchodování na burze.

Praktická část obsahuje samotné kódování, testování, optimalizaci a následnou analýzu testových výsledků.

CÍLE, PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Cílem této práce bude funkční program/nástroj, který bude využitelný pro více měnových párů/akcií či kryptoměn a bude schopen za dané časové období provést větší množství úspěšných obchodů na základě nalezených příležitostí a povede tak k zisku.

K dosažení těchto cílů bude třeba naprogramovat vhodný nástroj, který bude rozpoznávat lokální minima a maxima. Na základě těchto hodnot bude vytvořen pomyslný kanál představující support a rezistenci. Vytvořená strategie bude následně testována a zkoumána, zda je v těchto oblastech schopna využít obchodních příležitostí.

Aby bylo dosaženo maximálních zisků, projde strategie optimalizací a rozšířením o patřičný „money management“.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Pro správné pochopení tématu, kterým se budu zabývat, je dobré si představit trh jako takový a jeho historii. Jelikož se budu snažit vytvořit program, který bude určený pro obchodování s měnovými páry, představíme si trh určený přímo pro měnové páry, jinými slovy: FOREX.

1.1 Co je to FOREX

Forex je zkratka pro Foreign Exchange (anglicky směna cizích měn). Forex je ale též známý pod názvy Forex Trading, Currency Trading, Foreign Exchange Market nebo zkráceně FX.

Jedny z prvních zmínek o ražených mincích sahají do období cca 700 let př. Kr, kdy se v Malé Asii začaly odlévat z bronzu první „rádobypeníze“. První ražené mince se objevily cca 550 let př. Kr, byly z elekra (přirozená slitina zlata a stříbra) a razily se v Lýdii. V období cca 140 let př. Kr. se začaly razit první židovské mince-tzv. leptony (dalšími mincemi byly stříbrné šekely), kolem roku 300 př. Kr. se již běžně používají řecké mince (stříbrné drachmy) a také římské mince (stříbrný denarius, a další např. quadrans - jako mince s nejmenší hodnotou). To, že mezi jednotlivými mincemi a měnami platil jakýsi směnný kurs, asi není potřeba vysvětlovat. Například 2 židovské leptony měly hodnotu 1 římského quadrantu. V Judsku, jako římské provincii se tehdy platilo v denárech i přesto, že lokální měnou byl šekel. Římané určovali velikost daní a směnárníci stanovovali směnný kurz mezi oběma měnami. Již zde byl položen prvopočáteční základ pro vznik měnového trhu. (1, s. 17)



Obrázek č. 1: Historická platidla

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 4)

Od té doby se peněžní trh dlouhou dobu vyvíjel a konsolidoval. Jednotlivá platidla byla většinou svázána s nějakou fyzickou surovinou - většinou s takovou, ze které byly samy vyráběny.

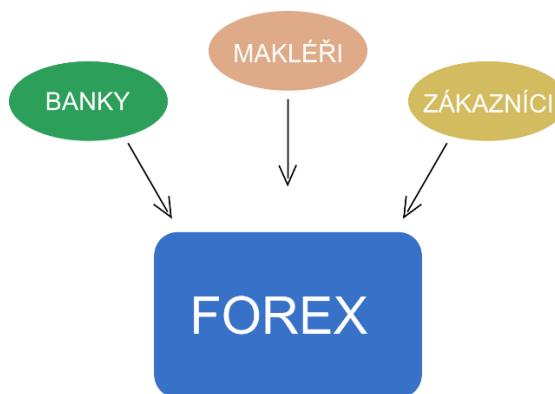
Tzn. zlato, stříbro nebo bronz. Směnný kurs mezi jednotlivými komoditami a měn byl ponechán volnému trhu a někdy určen úřady nebo správci pověřenými vládou nebo králem. Takto to fungovalo přibližně do konce 19. století.

Ke konci 19. století se prakticky po celém světě zavádí zlatý standard - kdy zlato jako cenný kov slouží ke krytí jednotlivých měn a zároveň slouží jako vodítko pro přepočtení jednotlivých měn - zlatá měnová soustava. Trh se dál vyvíjí a v první 20. století už není nutné vázat přepočtení a směnu na zlato, ale místo toho bylo možné měnit konkrétní měny mezi sebou. (1, s. 17)

1.2 Hlavní hráči na FOREXu

Dále se budeme zabývat hlavními hráči na FOREXu, kteří vstupují na trh a de-facto spolu obchodují. Podíváme se také jaký má každý účastník vliv na celkový trh.

Na trh nám přisupují celkem tři účastníci a to: (2, s. 8)



Obrázek č. 2: Hráči na FOREXu

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 2, s. 8)

Jednotlivé účastníky můžeme rozdělit do více kategorií:

- Dominující kategorií na FOREXu jsou mezinárodní banky, které sem přistupují jak pod svým jménem tak i pod jménem svých klientů
- Další dominantní kategorií jsou národní banky neboli centrální. Ty se zde například snaží potlačit hodnotu své měny.
- Zákazníci bank, kteří žádají cizí měnu

- Spekulanti, ať už drobní nebo velcí, s rozdílnou výškou svého kapitálu snaží se různými způsoby odhadnout pohyb a směr daných měnových párů a tím zhodnocovat svůj vlastní kapitál.
- Správci jednotlivých fondů
- FOREXí makléři, jenž jednají jako prostředníci mezi těmi co nakupují a těmi co prodávají(3)

Dále také můžeme rozdělit trh z pohledu motivace daných „hráčů“ na trhu. Jsou to tyto jednotlivé důvody:

- Pojištění
- Arbitráž
- Obchod

Nás by měla hlavně zajímat úloha tzv. „tvůrců trhu“, centrální banky, makroekonomika a také pozice obchodníka. Jenž odhaduje vývoj trhu jakožto pouhý spekulant a snaží se zde zhodnotit své portfolio (3)

1.3 Měnové páry

FOREXový trh je specifický svými obchody s měnovými páry. Nyní se podíváme na nejdůležitější světové měny. Americký dolar je nejpoužívanější měnou na světě. Od 70-tých let minulého století je také jedinou měnou, ve které se obchoduje ropa, zemní plyn a jiná fosilní paliva.

Americký dolar je hlavní světová měna a také univerzální měřítko pro ohodnocení jiné měny obchodované na FOREX trhu. (1, s. 23)

1.3.1 Hlavní měny:

- **USD**-Americký dolar (v hovorové angličtině „buck“) - leader FOREXu
- symbol \$
- Označovaný jako US\$

- **EUR** - Euro je měnou euro zóny a druhou nejvýznamnější měnou ve světovém měnovém systému
- Symbol €
- Oficiální geometrické parametry znaku Eura

- **GBP** - Britská Libra - šterlink -další z pěti nejobchodovanějších měn
- symbol £

- **CHF** -Švýcarský frank
- symbol CHF
- v případě politické nejistoty na východě, je frank zvýhodňován obecně před Eurem

- **JPY**-Japonský jen -oficiální měnou Japonska, široce používán jako bankovní rezerva spolu s US dolarem a Eurem .
- symbol ¥
- v japonštině je název měny vyslovován „en“ (1, s. 23)

1.3.2 Vedlejší měny:

Jedná se o měny volně dostupné, avšak na spotovém trhu mohou mít čas od času malou likviditu. Na forwardovém trhu může platit omezení splatnosti těchto měn na dobu maximálně do šesti měsíců. Patří sem: (1, s. 23)

- Norská koruna
- Dánská koruna
- Švédská koruna
- Australský dolar (AUD)
- Kanadský dolar (CAD)
- Novozélandský dolar (NZD)

1.3.3 Exotické měny:

Jedná se o měny, které nejsou často obchodovatelné z důvodu malého zájmu. Mají také velmi malou likviditu. Například Singapurský dolar, Polský zlotý nebo Česká koruna.

Při obchodování na FOREXu se vždy obchodují měnové páry. Některé mají obrovskou likviditu, která je dána postavením obou měn z hlediska světového významu. Jiné měnové páry se obchodují skromněji, a proto pro investory a spekulanty většinou nejsou zajímavé.

V současné době je více než 90% všech měn obchodovatelných proti US dolaru. Po US dolaru jsou 4 nejvíce obchodovatelné měny Euro (EUR), Britská Libra (GBP), Švýcarský frank (CHF) a Japonský Jen (JPY).

Všechny jsou k dispozici v dostatečném množství na spotových i forwardových trzích. (1, s. 24)

Nejvíce obchodované a zároveň nejvíce likvidní měnové páry:

Měnový symbol	Měnový pár
EUR/USD	Euro/US Dolar
GBP/USD	Libra/US Dolar
USD/JPY	US Dolar/Japonský Jen
USD/CHF	US Dolar/Švýcarský Frank
USD/CAD	US dolar/Kanadský Dolar
AUD/USD	Australský Dolar/US Dolar
NZD/USD	Novozélandský Dolar/US Dolar

Tabulka č. 1: Nječastější měnové páry

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 1, s. 24)

1.3.4 Křížové měny:

Jedná se o měnové páry, které neobsahují americký dolar:

- EUR JPY
- EUR GBP
- EUR CHF
- GBP CHF
- GBP JPY

Dříve než byly uvedeny na trh křížové měny, musely firmy při prodeji prodávat svoji měnu za americké dolary a poté prodat americké dolary za měnu země, kam svoje služby nebo výrobky prodávají. (1, s. 25)

1.3.5 Terminologie měnových párů – slangové výrazy:

- EUR/USD = „Euro“
- USD/JPY = „Dollar Yen“
- GBP/USD = „Cable“ nebo „Sterling“
- USD/CHF = „Swissy“
- USD/CAD = „Dollar Canada“ (CAD je uváděný jako „Loonie“)
- AUD/USD = „Aussie Dollar“

- NZD/USD = „Kiwi“ (1, s. 25)

1.4 Kryptoměny

Kryptoměny jsou elektronicky tvořené digitální měny neboli elektronické peníze. Jedná se o novodobé platidlo, které vzniklo za účelem zvýšení transparentnosti finančního systému a zlepšení bezpečnosti a rychlosti převodů hodnoty.

Tyto digitální peníze mají reálnou hodnotu danou nabídkou a poptávkou jejich uživatelů. Důvodů ke vzniku kryptoměn je více a každý má svůj význam. Pokud se však budeme bavit o prvotní příčině jejich vzniku, mohou za to klasické peníze, které donutily lidi přemýšlet nad lepší a bezpečnější formou plateb. Jistě to sami znáte z běžného života: když posíláte peníze do zahraničí, je to drahé a pomalé. Mnohdy i převod mezi bankami v České republice trvá několik dní. To se vám s kryptoměnami stát nemůže.

Dalším často uváděným důvodem bývá transparentnost a bezpečí. U klasického převodu přes bankovní účet nevíte, co se s penězi v daný okamžik děje, a zároveň někomu poskytujete celou řadu osobních informací. V případě kryptoměn podobné problémy neexistují. Převody jsou velmi rychlé, a to i u plateb z jednoho konce světa na druhý. Náklady na převod jsou minimální, transparentnost systému maximální a údaje o vás v zásadě nulové. Pokud chcete obejít byrokracii nebo se jen chcete cítit bezpečněji v dnešním světě, můžete využít kryptoměnu. Kryptoměny se dají koupit buď na online směnárnách, nebo ve speciálních automatech, které jsou dnes rozšířené už po celém světě. Například automaty na bitcoiny, což je nejznámější kryptoměna, najdete v Praze, Brně, Ostravě, a další budou určitě přibývat. (21)

1.4.1 Blockchain

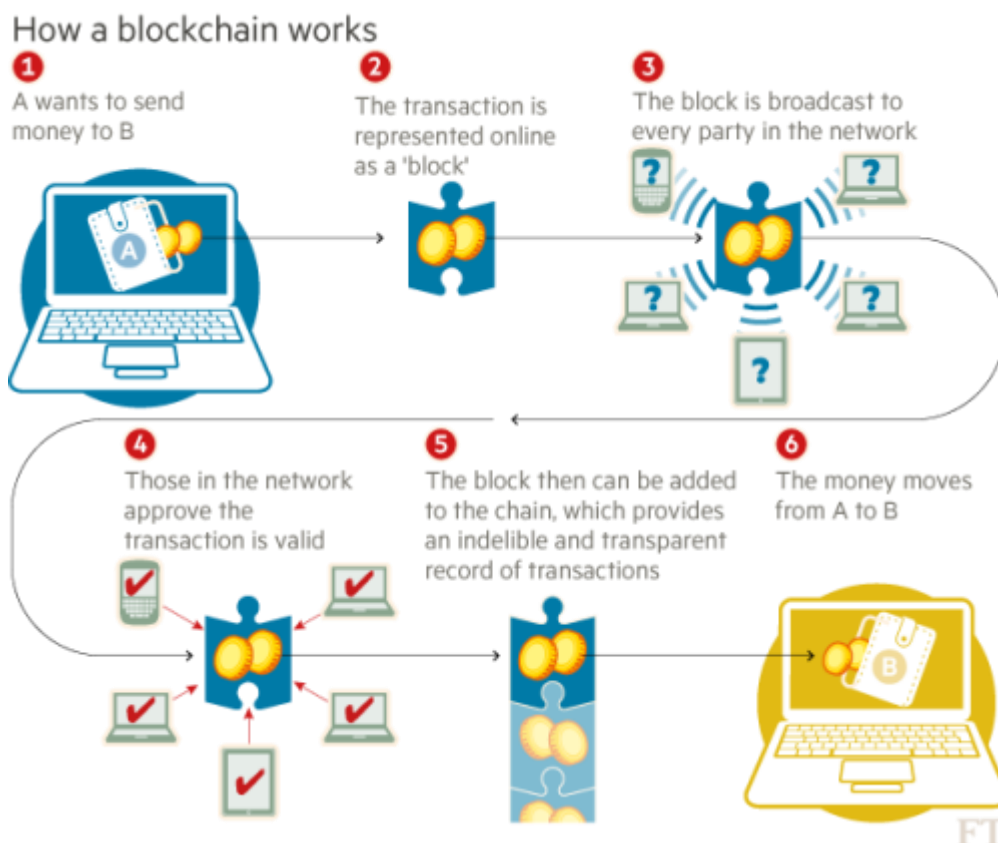
Stěžejní charakteristikou kryptoměny je blockchain, který zajišťuje nepopíratelnost transakcí, tedy za předpokladu zajištění dostatečné decentralizace jeho ověřovatelů.

Na základě jednoho z několika typů ověřovacích protokolů se následně tvoří bloky, které obsahují veškeré transakce za období od vygenerování bloku předcházejícího. Bloky vznikají obvykle v pravidelných časových intervalech. Na obsahu nového bloku se musí dohodnout všichni ověřovatelé, a pokud se tak stane, zařadí se blok do řetězce bloků zvaný blockchain (řetězec (chain) bloků). Jakmile dojde k zařazení bloku

do blockchainu, nelze ho již za normálních okolností modifikovat. Veškeré informace, které obsahuje, již bude obsahovat navždy.

U některých kryptoměn dochází při vygenerování bloku také ke vzniku nových digitálních mincí. Vytvořené digitální mince slouží jako odměna pro ověřovatele, bez kterých blockchain nemůže fungovat. Blockchain má díky svým vlastnostem velké množství praktických využití v podobě digitálních identit, demokratických hlasovacích systémů, nepopíratelné vlastnictví digitálních komodit, finančních transakcí, správou aktiv a mnoha dalších.

Blockchain je vlastně vzájemně sdílená databáze veškerých transakcí, což zabraňuje podvodům. Modifikovat ho lze totiž jen v případě, kdy by uživatel vlastnil nadpoloviční výkon celé sítě. (22)



Obrázek č. 3: Blockchain
(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 23)

1.4.2 Bitcoin

Bitcoin je digitální (virtuální, elektronická...) měna, nejznámější z tzv. kryptoměn. Virtuální v tomto případě znamená, že „mince“ bitcoinu neexistují ve fyzické podobě,

ale pouze jako záznam v paměti počítačů.

Bitcoin v současné době slouží primárně jako investiční a spekulativní instrument, ale stále více společností jej umožňuje využívat k placení na internetu. Pro obchodování se používá zkratka BTC. Bitcoin se dále dělí na Satoshi (podle pseudonymu tvůrce nebo tvůrců celého systému, Satoshi Nakamoto), $1 \text{ BTC} = 10^8 \text{ Satoshi}$. Měna Bitcoin je založena na informatickém a matematickém aparátu, který zajišťuje, že není možné měnu ovládat (ničit, padělat, devalvovat a podobně) z jednoho centra.

Pro existenci měny je využívána tzv. bitcoinová síť (i pro síť je někdy používán název Bitcoin). Jde o P2P (peer-to-peer) síť jednotlivých uživatelů nebo skupin uživatelů připojených k internetu a dávajících k dispozici část výkonu svého počítače (obvykle grafické karty nebo speciálního hardware). Síť slouží k: Provádění platebních transakcí, potvrzování správnosti platebních transakcí, sdílení informací o historii (a tedy oprávněnosti) transakcí, tvorbě nových jednotek měny (tzv. těžba).

Bitcoinová síť má veřejně dostupný zdrojový kód. K síti se uživatel připojuje instalací speciálního programu, tzv. bitcoinové peněženky pro platby a příjmy a pokud se chcete stát těžařem, i dalších programů pro těžbu. Těžař je člověk, který výpočetním výkonem svého (nebo pronajatého) hardware řeší komplikované matematické rovnice. Za úspěšné vyřešení pak obdrží odměnu v podobě určitého množství bitcoinů. Tomuto procesu se říká těžba. Zároveň s „těžbou“ probíhá ověřování správnosti platebních transakcí – těžař je tedy vlastně placen za kontrolu a potvrzování transakcí v síti. (24)

1.5 Data

Na trh jako takový se můžeme dívat mnoha způsoby. Jedním z hlavních způsobů je fundamentální a technická analýza.

Fundamentální analýza se na trh dívá prostřednictvím ekonomických, sociálních a politických aspektů, které ovlivňují nabídku a poptávku. Jinými slovy snažíme se najít ekonomiku, která si vede dobře a zákonitě si musí dobře vést i její měna. Čím lépe si tato ekonomika vede, tím více okolní státy věří její měně. Tyto informace jsou čerpány z různých portálů, webů nebo jsou zveřejňovány v médiích, publikacích, atd.

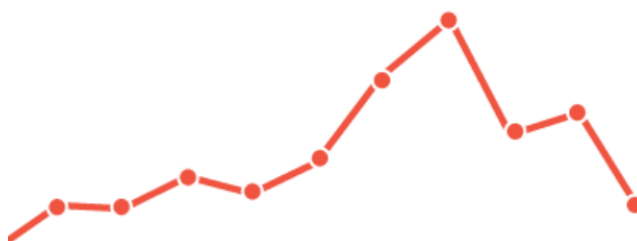
Technická analýza je podmětem k vytvoření této bakalářské práce, proto jí věnujeme samostatnou kapitolu. (26)

1.6 Technická analýza

Technická analýza se na trh dívá odlišným způsobem než fundamentální. Snaží se na základě historických vývojů cen predikovat budoucí směr a úroveň pohybu. Jednoduše řečeno sleduje pohyby cen v grafu.

Z vizuálního hlediska lze říci, že máme tři typy grafu. První je čárový (Line chart).

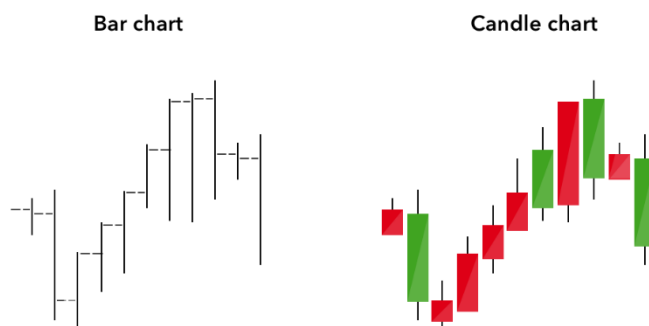
Line chart



Obrázek č. 4: Line chart
(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 7)

Jedná se nejspíše o nejznámější typ grafu, obchodníci jej ovšem nevyužívají tak často neboť neukazuje důležité informace.

Ony informace jsou poskytnuty ve zbylých dvou typech grafů: čárkový (Bar chart) a svíčkový (Candle chart) viz obrázek č. 5. (1)



Obrázek č. 5: Bar chart & Candle chart
(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 8)

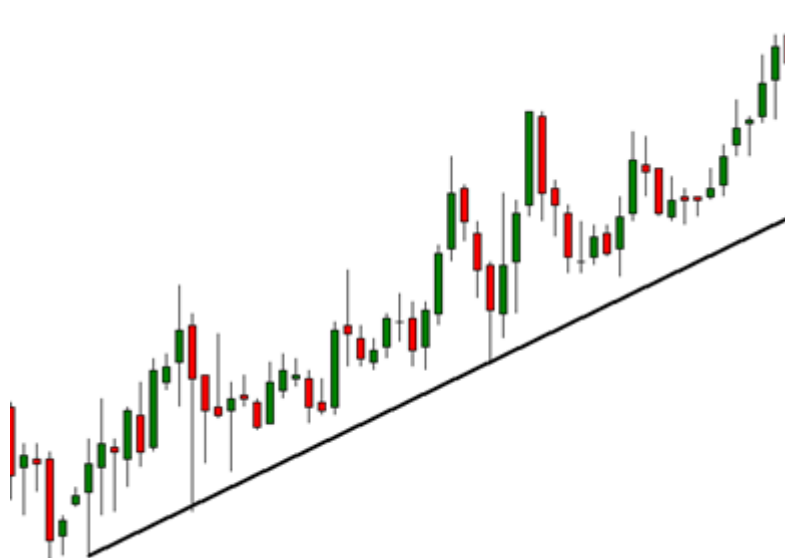
Jedná se konkrétně o informace typu: Open, High, Low a Close. Proto se jim také někdy říká OHLC charts. Uvažujme příklad, kdy v grafu u obrázku č. 4 by se jednalo o denní data. Znamenalo by to, že každá svíčka by pak představovala průběh jednoho dne. Tyto grafy nám ukazují, kde se trh otevřel, zavřel a jaké bylo denní maximum a minimum. (1)

Sledováním graů můžeme určit například TREND. Cenový trend se dělí na byčí trend a medvědí trend. Byčí trend znamená, že cena roste – Uptrend, medvědí trend naopak že cena klesá – Downtrend. Pro určení trendu se nejčastěji využívají trend lines neboli trendové čáry, bezpochyby nejpoužívanějším nástrojem technické analýzy. Trendová čára je rovná linka zakreslená do grafu, která protíná důležité vrcholy či dna. S touto metodou přišel jistý Charles Dow, který řekl: „Trhy mají tendenci trendovat neboli tvoří neustálé, různě trvající byčí a medvědí trendy“. (1, s. 75)

UPTREND (viz. obrázek č. 6) je trendová čára, která protíná důležitá Low (minima). V případě DOWNTREND čára naopak protíná důležitá High (maxima). Kvalitní trend line protíná nejméně tři vrcholy. Pokud dojde posléze k proražení takové trend line, můžeme to brát jako náznak k obratu trendu.

V technické analýze existuje nespočet metod a způsobů, jak předpovídat situace, které mohou pravděpodobně nastat. Tohle byla krátká ukázka těch nejpoužívanějších nástrojů, neboť trendové čáry jsou základem technické analýzy. Mají ovšem jednu

nevýhodu a tou je, že je musíme do grafu kreslit ručně. Existuje ale i způsob, jak klíčové momenty v grafu najít automatizovaně. K tomu nám slouží technické indikátory. (1)



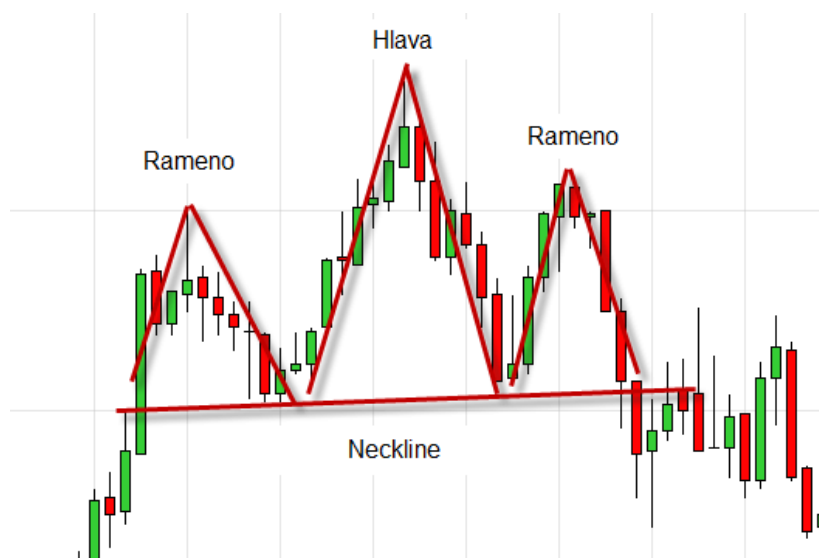
Obrázek č. 6: UPTREND
(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 9)

1.7 Cenové vzory – price patterns

Existuje nespočet cenových vzorů, které se v grafech vyskytují a obchodníci je využívají ke zhodnocení svých prostředků. Některé cenové pohyby jsou specifické a opakují se. Čím častěji se opakují, tím více jsou známe a lze u nich ze zkušenosti určit, jak se cena bude následně vyvíjet.

Jako příklad zde uvedu velice známý cenový vzor, který se nazývá Head & Shoulders. Jeho název je odvozen čistě od toho, jak tento vzor vypadá. Jedná se o tři vrcholy, přičemž ten prostřední je nejvyšší a krajní vrcholy jsou si navzájem přibližně rovné. Jakmile se tento vzor vyskytne v grafu, je to signál pro obchodníky/investory, že se cena nejspíše bude pohybovat směrem dolů.

Na cenových není vždy zcela ideální přímo obchodovat, většinou se používají pouze pro podporu rozhodování a to například v kombinaci s technickými indikátory nebo jinými prvky technické analýzy. (26)



Obrázek č. 7: Head & Shoulders

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 10)

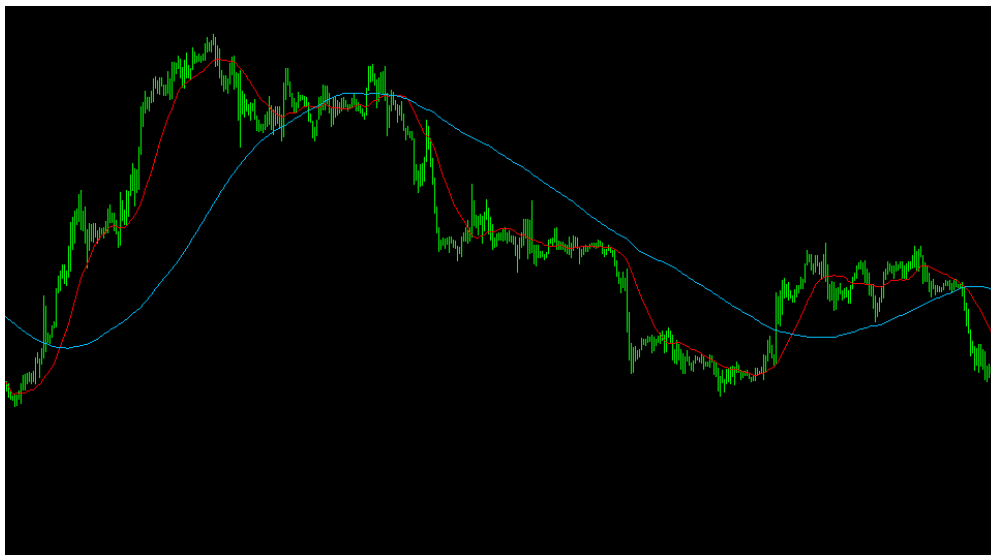
1.8 Technické indikátory

Technické indikátory jsou de-facto funkce založené na statistických a matematických vzorcích, které pracují nad cenovými daty jako např. open, high, low, close apod.

Hlavním smyslem cenových indikátorů je vzít data z minulosti, provést nad nimi určité výpočty a na základě výstupu odhadnout vývoj ceny v budoucnosti. Předem je třeba si říci, že žádným indikátorem není možné stoprocentně předpovídat vývoj ceny. Je ovšem mnoho oblíbených indikátorů, které jsou jednoduché a zkušení obchodníci jsou schopni v kombinaci s technickou analýzou dosahovat kladných výsledků. Nejčastěji pak také kombinováním různých indikátorů. Pokud několik spolehlivých indikátorů naznačuje určitý pohyb ceny, pak je tu celkem slušná šance, že to opravdu může nastat.

Cenových indikátorů je spousta a jejich zaměření jsou různá. Nejčastěji se však můžeme setkat s trendovými indikátory a oscilátory.

Trendové indikátory slouží především k určení trendu, jak už napovídá sám název. Jejich úkolem je zachytit a matematicky popsat trend, především pak jeho začátek a konec. (26)

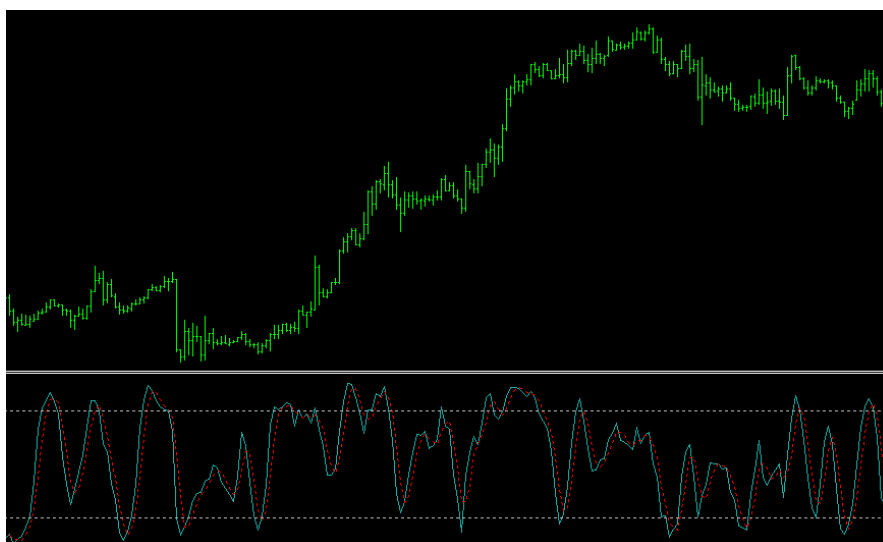


Obrázek č. 8: Single Moving Average

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 6)

Výstupem trendového indikátoru je křivka, která znázorňuje průběh trendu. Proražení této křivky může znázorňovat právě konec stávajícího trendu a začátek nového. Jejich velkou nevýhodou je zpoždění, neboť indikátor reaguje až v momentě, kdy se cena pohne. Na obrázku č. 8 můžeme vidět názornou ukázkou, jak funguje SMA pro dvě rozdílné periody. Modrá křivka znázorňuje periodu 100 a červená křivka periodu 20.

Druhým nejčastěji používaným typem technických indikátorů jsou oscilátory. Ty slouží k určení síly a rychlosti pohybu ceny.



Obrázek č. 9: Stochastic Oscillator

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 6)

Hlavní rozdíl mezi trendovým indikátorem a oscilátorem je ten, že oscilátory dávají signály ještě před samotným pohybem ceny. Používají se zejména na trh, který se vyvíjí směrem do strany a pohybuje se v určitém cenovém rozpětí. (1)
Jedním z nejznámějších oscilátorů je např. Stochastic Oscillator viz obrázek č. 8.

1.9 Obchodní pozice a typy příkazů

Nyní, když máme možnost uskutečnit úspěšný nákup nebo prodej, ke kterému jsme dostali příležitost ať už díky některým z technických indikátorů nebo trendovým čarám, je nutné vědět, jaký typ příkazu zadat.

Obecně jsou známy dva typy pozice a to LONG a SHORT.

Pozice LONG znamená, že investor akcii koupí a plánuje ji v budoucnosti prodat za vyšší cenu. Nicméně v poslední době se mnoho investorů odvrací od strategie „kup a drž“, neboť s postupnou globalizací se jednotlivé cykly zrychlují, obchodování bývá dynamičtější. Proto se mnoho investorů snaží aktivně vydělávat na poklesech.

SHORT selling - shortování se provádí v podstatě opačnou formou, než klasický nákup cenného papíru, jímž investor spekuluje na růst. Při shortování nejdříve investor cenný papír prodá a doufá, že cenný papír klesne na ceně. Ve chvíli, kdy uzná investor za vhodné, cenný papír nakoupí. Rozdíl mezi cenou prodeje a nákupem je investorův zisk nebo ztráta. Samozřejmě, o co levněji klient cenný papír nakoupí, než cenný papír prodal, tím více vydělává. Jak je možné nejdříve cenný papír prodat, když ho investor nemá ve svém vlastnictví? V dnešním elektronizovaném světě jednoduše. Investor si je jednoduše půjčí od svého brokera, který si je půjčí od jiného zákazníka, který je vlastní, nebo investorovi zapůjčí ze svých vlastních (či úplně jiných) zdrojů. Investor uzavřením obchodu, čili nákupem cenných papírů, cenné papíry brokerovi vrátí. Celý systém je plně automatizován a není třeba se tímto procesem dále zabývat. (12)

1.9.1 Typy obchodních příkazů:

- Buy (MARKET) – nákup za tržní cenu
- Sell (MARKET) – prodej za tržní cenu
- Take Profit – realizace zisku, pokud cena dosáhne určité úrovně
- Stop Loss – ukončí obchod, pokud cena dosáhne určité úrovně
- Trailing Stop Loss – posunující se Stop Loss (pro minimalizaci ztrát)
- Buy Stop – Po dosažení nastavené hladiny nad aktuální cenou se příkaz Buy Stop změní na nákup za tržní cenu.
- Sell Stop – Po dosažení nastavené hladiny pod aktuální cenou se příkaz změní na nákup za tržní cenu.
- Buy Limit – Po dosažení nastavené hladiny pod aktuální cenou se příkaz změní na nákup za tržní cenu.
- Sell Limit – Po dosažení nastavené hladiny nad aktuální cenou se příkaz změní na prodej za tržní cenu.

Teoreticky se může zdát, že si vystačíme s dvěma příkazy. Nákup za tržní cenu a prodej za tržní cenu. Protože když něco nakoupíme, tak ukončení obchodu provedeme prodejem stejného množství. Nevýhodou je, že musíme být neustále ve střehu a sledovat trh.

Pokud přeneseme odpovědnost na obchodní platformu, tak ji můžeme nechat sledovat, zda cena nedosáhla úrovně zisku, úrovně ztráty, nebo můžeme nastavit nějaký čekající příkaz, aby provedl považovaný vstup do trhu. (13)

V praxi pak mohou některé z výše zmiňovaných příkazů vypadat třeba takto:



Obrázek č. 10: Typy obchodních příkazů

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 13)

1.10 Obchodní strategie

Obchodní strategii můžeme chápat jako něco, co nám říká, za jakých podmínek budeme nakupovat a kdy naopak prodávat. Obchodní strategie se vytvářejí na základě různých zkušeností, znalostí a poznatků, které s obchodováním vznikají a kombinováním je například s technickými indikátory a technickou nebo fundamentální analýzou.

Pokud sestrojíme obchodní strategii, otestujeme ji na určitém období, určitém měnovém páru a ona bude vykazovat kladné ziskové výsledky, neznamena to ještě, že je tato strategie dobrá. Trh je proměnlivý a neustále se vyvíjí. Nasazení této strategie v reálném čase nebo na jiném měnovém páru by pak mohlo vypadat úplně jinak, než jak tomu bylo při jejím testování. Je třeba, aby strategie vykazovala kladné výsledky na co možná nejvíce měnových párech v různých časových obdobích. Tímto pak nabírá na síle a je větší pravděpodobnost, že bude fungovat nějakou dobu i v nadcházejících časových horizontech.

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

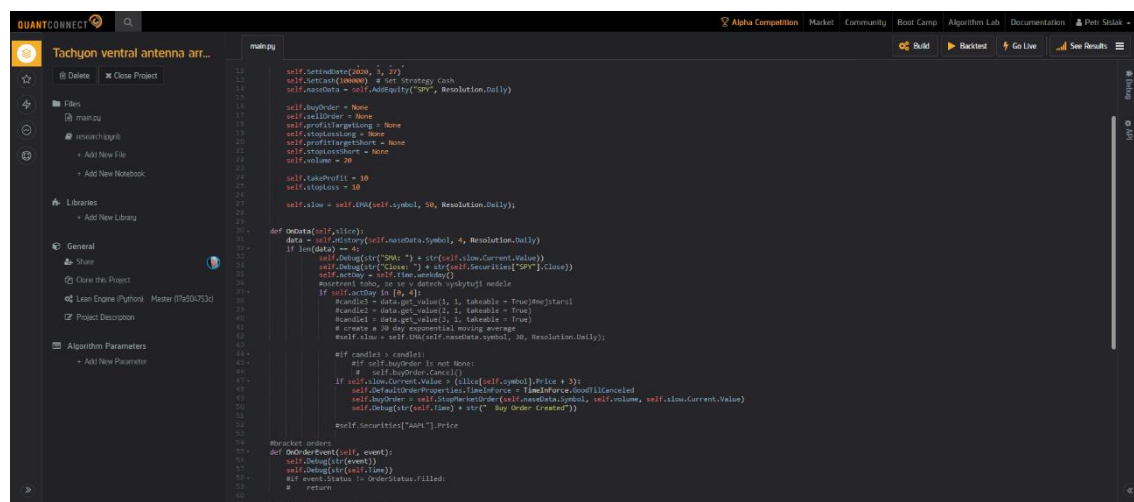
V současné době existují funkce a indikátory, které jsou schopny poukázat na výhodné příležitosti k nákupu či prodeji nebo nám dokáží spojit různé body v grafu přímkami a ukázat nám vývoj ceny v obraze, v jakém bychom ho normálně neviděli.

2.1 Algo-Trading Platformy

Dnes existuje mnoho různých platform určených k algoritickému obchodování a liší se v různých aspektech. Některé platformy nabízí tvorbu strategií například v programovacích jazycích C, C# jiné zase Python. Existují také platformy, které mají svůj vlastní programovací jazyk. Dále se mohou lišit v například v dostupných službách resp. funkcích. Jsou platformy, které dokáží vizuálně znázornit průběh strategie na cenovém grafu nebo jiné zase umožňují live-trading.

2.1.1 QuantConnect

QuantConnect je webová cloudově založená open-source platforma, která podporuje nejen FOREX a akciový trh, ale také opce, deriváty, futures a další.



Obrázek č. 11: QuantConnect
(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 19)

QuantConnect podporuje programování v Pythonu a C#, nicméně se jedná o open-source, tudíž je zde možnost využití i jiných programovacích jazyků. Další velkou

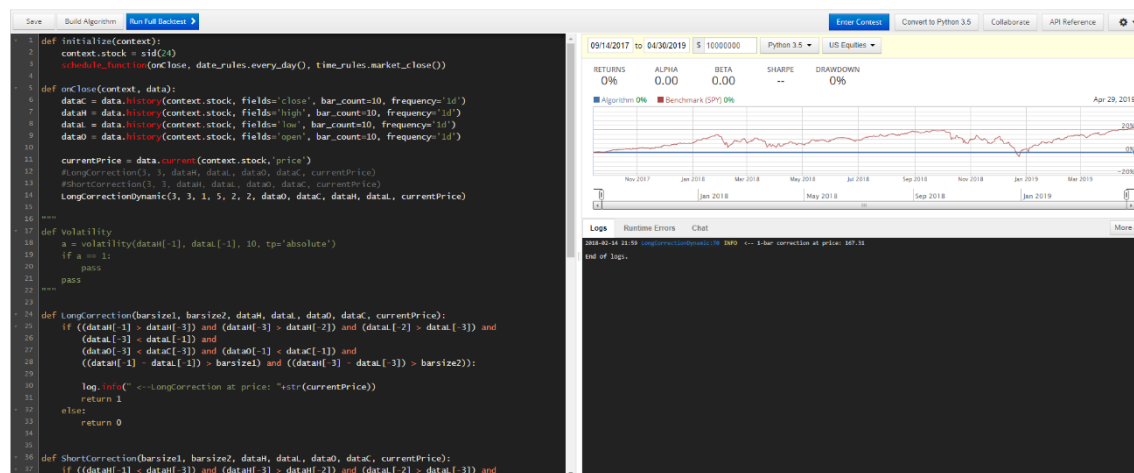
výhodou QuantConnectu je podpora live-tradingu.

V QuantConnectu bohužel není možnost vizualizace strategií, proto je pro mou práci nevhodný, neboť by bylo zbytečně obtížné ověřování správného fungování vytvořené strategie.

2.1.2 Quantopian

Quantopian je stejně jako QuantConnect webová platforma a částečně se jedná i o open-source. Tato platforma podporuje pouze Python, nicméně má oproti QuantConnectu „user-friendly“ knihovnu a vytváření strategií je zde mnohem pohodlnější a rychlejší. Nicméně není zde podpora live-tradingu, tudíž není možné strategii nasadit na burzu. Veškeré strategie je zde možno pouze testovat, případně se přihlásit s vytvořenou strategií do soutěže, na základě které oni vyberou užitečné strategie, nasadí je na live-trading a dotyčný tvůrce může z budoucích zisků dostávat částečný profit.

Quantopian taktéž bohužel neumí vizualizovat strategie a cenové grafy.



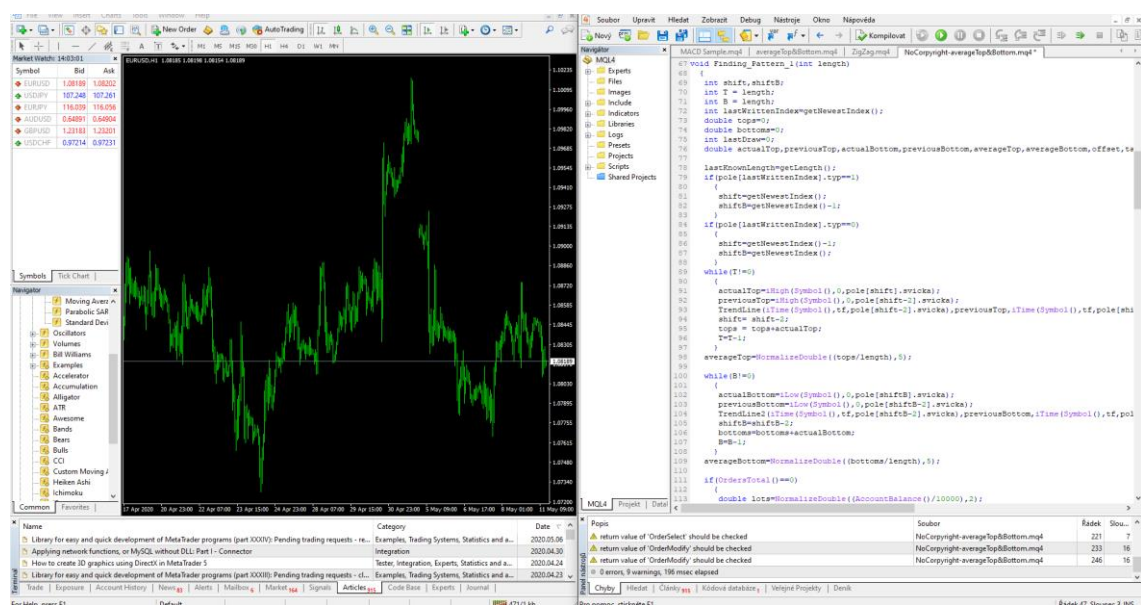
Obrázek č. 12: Quantopian
(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 20)

2.1.3 MetaTrader 4

Jedna z nejrozšířenějších obchodních platform, kterou využívá nespočet brokerů po celém světě. Strategie v MetaTraderu jsou vyvíjeny v programovacím jazyce C spolu s knihovnami MQL4/MQL5. Vytváření strategií v MT4 je velice pohodlné a rychlé oproti výše zmiňovaným platformám.

MT4 umožňuje vizuální zobrazení nejen cenových grafů, ale také je možné do těchto grafů nanášet požadované symboly, přímky a mnoho dalších aspektů, na základě kterých lze efektivně kontrolovat správné fungování strategií.

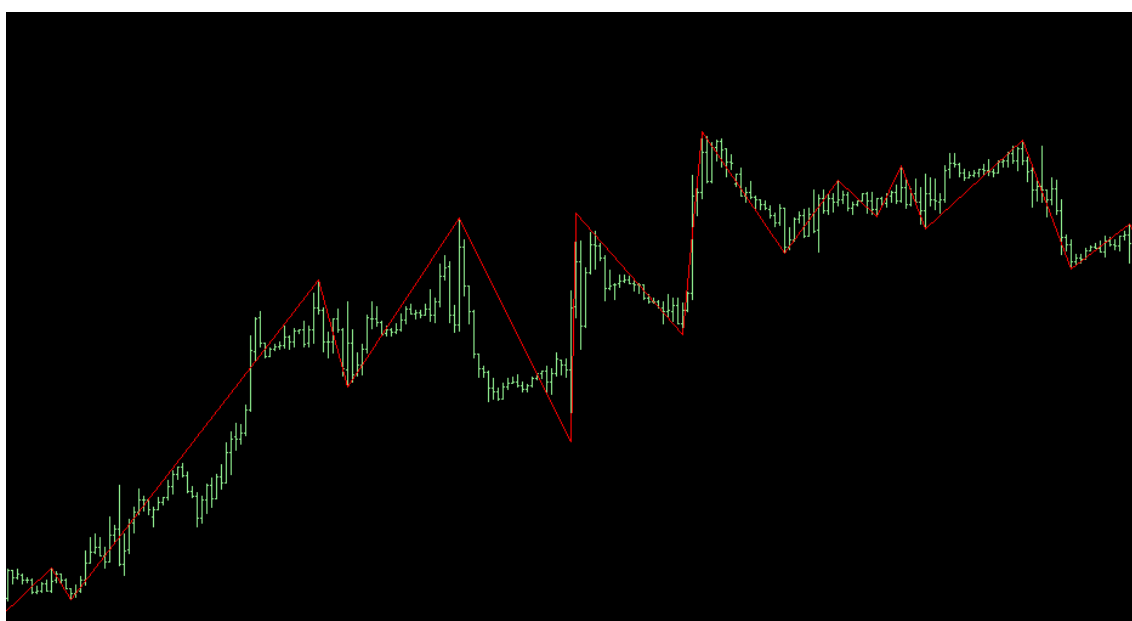
MT4 jako takový neposkytuje historická data, je třeba se zaregistrovat u jednoho z mnoha brokerů jako například XTB, Oanda nebo AdmiralMarkets a ti pak poskytnou data potřebná k backtestingu případně live-tradingu. MT4 bohužel nenabízí obchodování opcí, derivátů a futures. I přes vypsání nevýhod volím právě tuto platformu, neboť data, která MetaTrader neposkytuje, nejsou pro mou práci nezbytně nutná a výše zmíněné pozitiva této platformy převládají.



Obrázek č. 13: MetaTrader 4
(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 6)

2.2 ZigZag

Principem této funkce je vzít střídavě horní a spodní vrcholy a spojit je rovnými čarami. V programu Metatrader se tato funkce nachází, nicméně má několik hlavních nedostatků. Tím prvním je ten, že funkce není schopna vrátit specifikace jednotlivých bodů, které tvoří vrcholy. Konkrétně se jedná o informace price/cena a time/čas. Dalším problémem je neschopnost nastavení frekvence. Tím mám na mysli, že si nemůžeme vybrat, zda bude vyšší počet menších vrcholů nebo naopak méně, ovšem těch větších a významnějších.



Obrázek č. 14: ZigZag (Metatrader)

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 6)

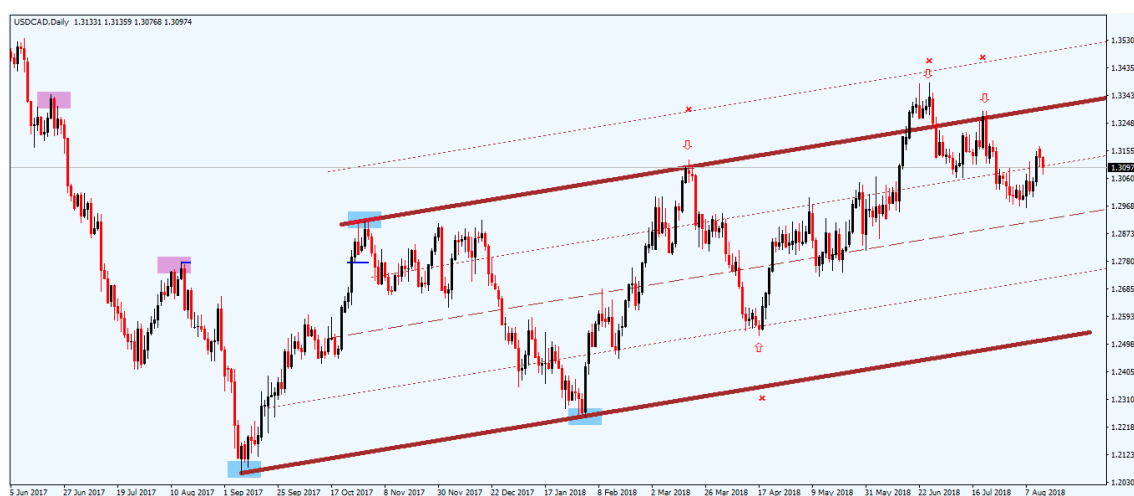
Pokud by funkce vracela časové a cenové informace jednotlivých bodů, byli bychom schopni vytvořit program, který by na základě těchto informací celkem jednoduše vyhledával cenové vzory automatizovaně. Případně využít znalost těchto důležitých bodů v grafu jinak. Mohli bychom například sledovat průběžné rozpětí mezi spodní a horní hranicí, mezi kterými se cena pohybuje. Dalo by se tak automatizovaně sledovat, zda nám cena např. osciluje, což je pro obchodníky velká příležitost ke tvorbě zisků.

Právě tento indikátor/funkce mě inspiroval, abych se pokusil vytvořit program, který bude sledovat, zda se ony významné vrcholy nevytváří v tzv. kanálech.

2.3 Trendové kanály

Každý kanál je tvořen dvěma rovnoběžnými liniemi, které spojují lokální minima a maxima. Jeho výhodou je hlavně snadné identifikování trendu a úrovní supportů a resistencí, které jsou obvykle také místy obratu v rámci hranic daného kanálu. Pokud se cena dotkne hranic (vnějších trendů) těchto kanálů, přichází aktivně do hry silní kupující a prodávající.

Cenové kanály patří mezi nejdůležitější aspekty technické analýzy. Dají se využít pro obchodování prakticky na jakémkoliv trhu, od Forexu až třeba po komodity i na jakémkoliv časovém rámci. (14)



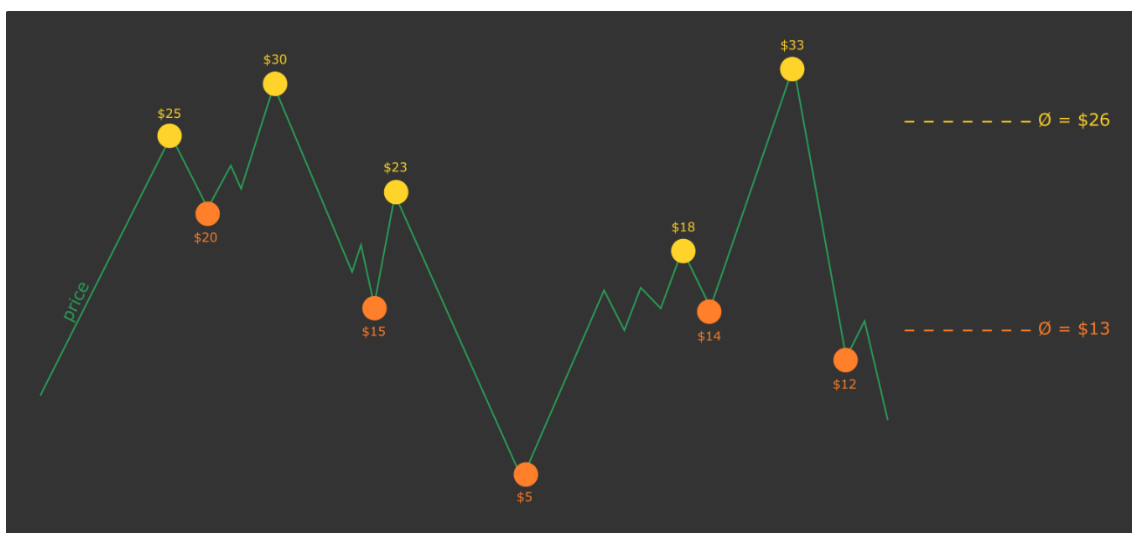
Obrázek č. 15: Trendový kanál

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 15)

3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

V této části bakalářské práce se pokusím využít princip indikátoru ZigZag a nástroje technické analýzy – trendové kanály. Cílem je vytvořit program, který stejně jako ZigZag nalezne významné vrcholy a na základě jejich průměrné hodnoty předpokládat hodnotu následujícího vrcholu. Tento program bude vytvářet imaginární kanál, který nám stanoví horní a spodní hranici, které se pokusíme využít k realizaci zisků. Strategii pojmenuji jako **Average Top & Bottom**.

Názorná ukázka viz obrázek č. 12.



Obrázek č. 16: Average Top & Bottom

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 16)

Hladiny, které budou programem předpovězeny budu následně testovat, zda je vhodnější očekávat jejich proražení směrem ven či dovnitř nebo spekulovat, zda-li se od nich cena odrazí zpět.

Program budu vytvářet v platformě Metatrader 4, který využívá programovací jazyk C a vlastní knihovnu MQL5.

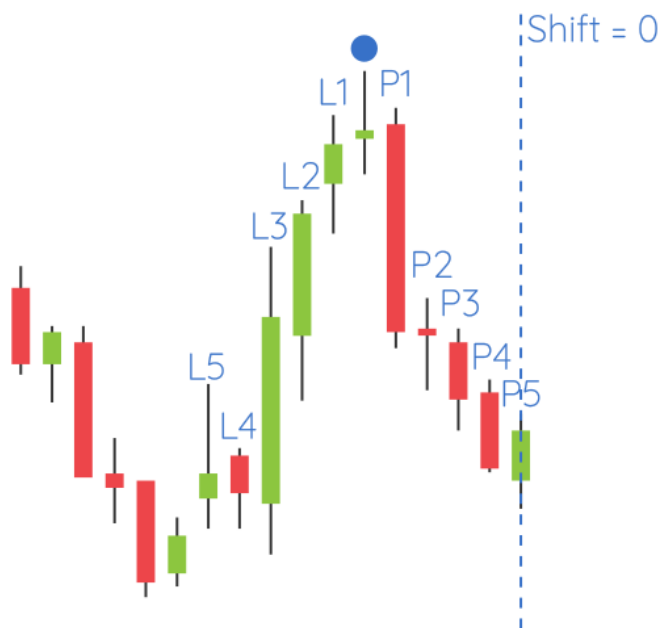
3.1 Data

Metatrader jako takový nemá svá historická data. Je nutné si tento program stáhnout od některého z brokerů, který poskytne svá historická data, nad kterými budu veškerý proces testovat. Pro svou tvorbu jsem si vybral brokera Oanda. Tento broker umožňuje klientům založit si demo účet, díky kterému pak získá přístup k historickým datům. Tato data se stahují prostřednictvím platformy MetaTrader.

3.2 Vlastní ZigZag

Hlavním prvkem celého algoritmu/strategie bude vytvoření funkce ZigZag tak, aby vracela časové a cenové informace o nalezených bodech. Metatrader poskytuje možnost vracet se k předchozím barům/svíčkám pomocí parametru „Shift“. Pokud je tento parametr roven nule, jedná se o aktuální (poslední) svíčku v grafu. Čili pokud by „Shift“ byl roven třem a dnes by byl například pátek, na denních datech by to znamenalo, že tento parametr odkazuje na úterní svíčku, protože: 0 = pátek, 1 = čtvrtek, 2 = středa, 3 = úterý.

Nejprve je třeba ujasnit si princip, na kterém bude ZigZag fungovat. V mém případě budu daný bod porovnávat se sousedními stranami.

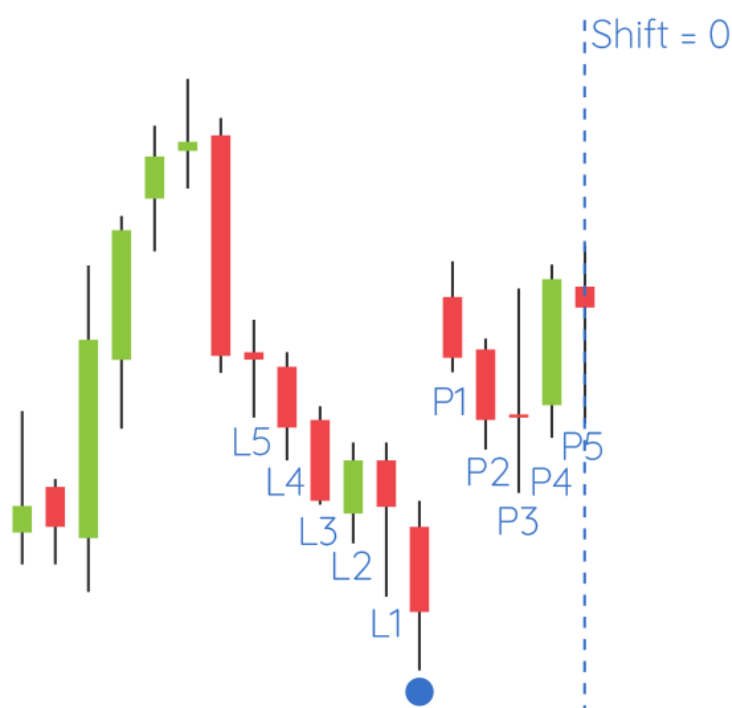


Obrázek č. 17: Princip vlastní funkce ZigZag – High / „RangeL/R“ = 5

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 16)

V případě získání horního bodu budeme porovnávat, zda je hodnota *High* pro danou svíčku vyšší než *High* vedlejších *x* bodů na levé straně a zároveň i na pravé (viz obrázek č. 13).

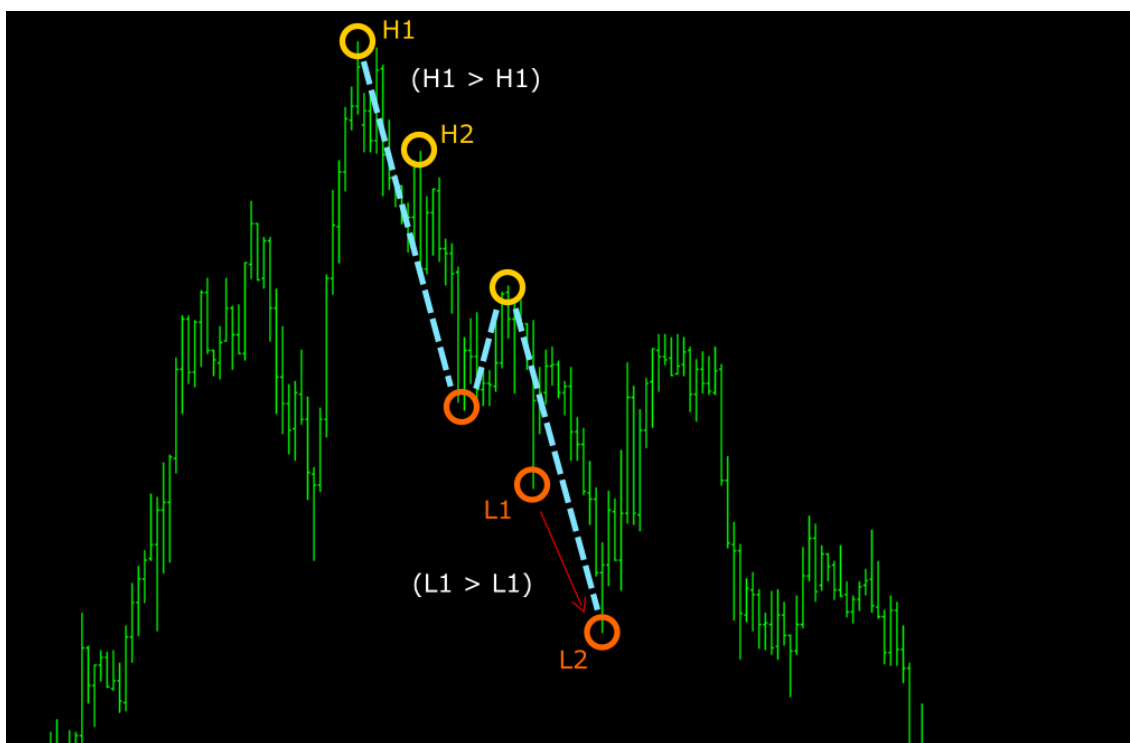
Při získávání spodního bodu bude proces opačný. Budeme zjišťovat, zda je *Low* dané svíčky nižší než *Low* *x* svíček nalevo a zároveň nižší než *Low* *x* svíček napravo. Tyto dva procesy se budou střídat, aby bylo dosaženo tzv. „Cik Cak“ efektu. Hodnotu *x* si určí uživatel dle libosti, budeme ji nazývat *RangeL/R*. Čím vyšší *RangeL/R*, tím významnější vrcholy bude funkce nacházet.



Obrázek č. 18: Princip vlastní funkce ZigZag – Low / „RangeL/R“ = 5
(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 16)

Jakmile je nalezen bod, který splňuje podmínky, je uložen do pole a proces pokračuje dál. Může například nastat situace, kdy posledním nalezeným bodem byl spodní bod, tedy *low* a nyní se vyskytne další *low*, které taktéž splňuje podmínky. V případě, že byly takto nalezeny dva body za sebou a oba jsou *low*, algoritmus je porovná a uloží ten nižší. V případě *high* by byl uložen ten vyšší. V praxi se pak běžně stává, že jsou nalezeny klidně tři, čtyři nebo i více *low/high* za sebou, ale uložen je vždy jen jeden.

Názorný příklad hledání ZigZag bodů viz obrázek č. 15.



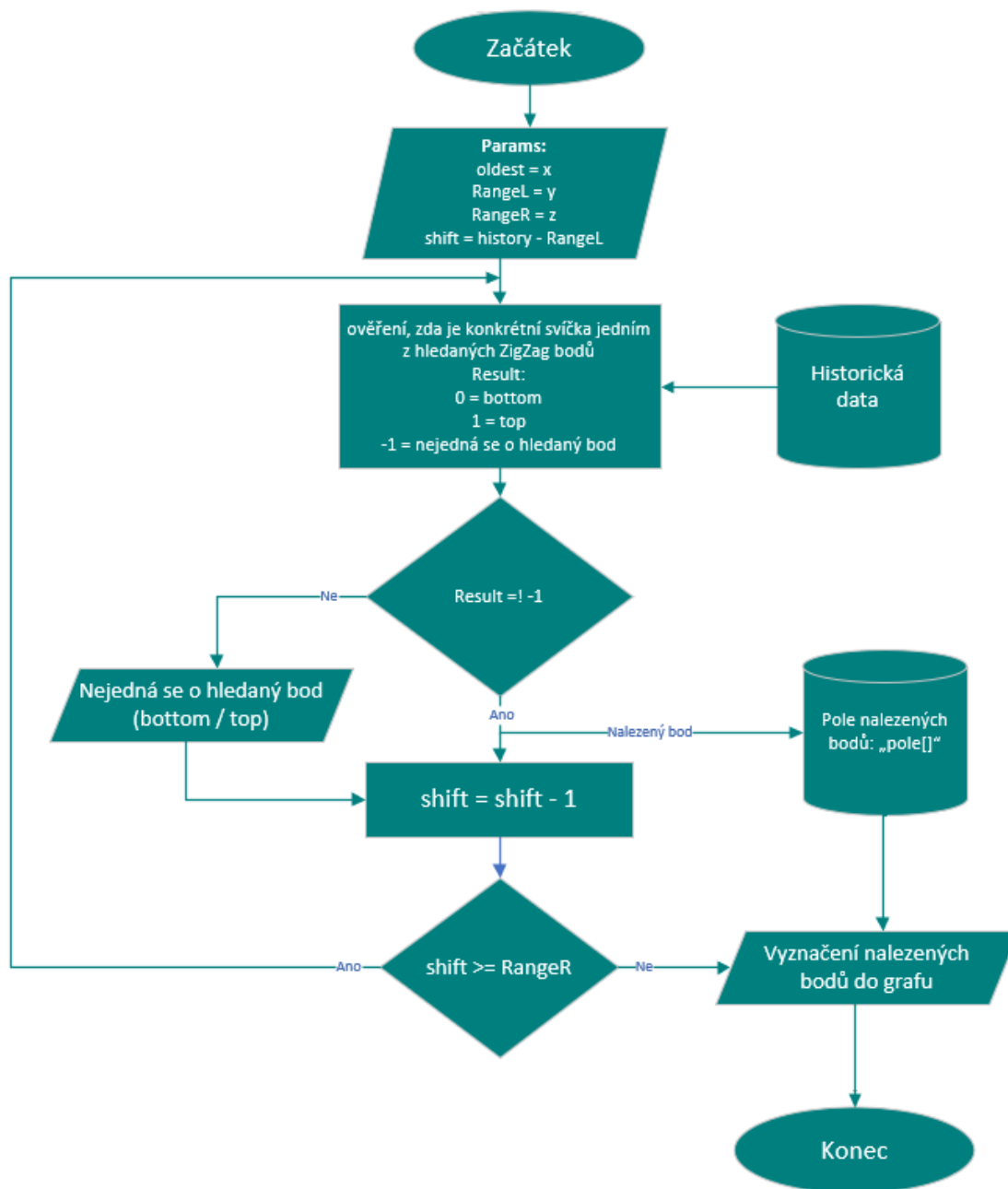
Obrázek č. 19: Hledání ZigZag bodů

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 6)

Proces přepisování *high/low* bodů probíhá vždy do chvíle, než je nalezen opačný bod. Tedy pokud program našel např. tři high za sebou, čeká se na low. Jakmile se objeví *low*, které splňuje požadované podmínky, hledáme opět nižší *low* nebo nové *high*. Proto vždy nově nalezené *high/low* není nutně finálním bodem, které tvoří ZigZag indikátor.

3.2.1 Vývojový diagram a zdrojový kód

Celý proces lze vidět na vývojovém diagramu viz níže. Funkce ZigZag je volána vždy po vytvoření nové svíčky v grafu.



Obrázek č. 20: ZigZag - Vývojový diagram

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 25)

Na obrázku č. 21 lze vidět krátkou ukázkou zdrojového kódu funkce/indikátoru ZigZag. Na prvním řádku je název funkce a parametry, které tato funkce obdrží při volání.

Prvním parametrem je *int oldest*, jedná se o číselný parametr typu integer, jenž reprezentuje počet svíček, na kterých tento proces proběhne. Pokud tento parametr bude roven například 800, ZigZag proběhne na 800 nejnovějších svíčkách.

Druhý a třetí parametr jsou již zmíněné *RangeL/R*, tyto parametry uvádí, s kolika vedlejšími svíčkami bude ta aktuální porovnávána.

```

134 void IdentifyBorders(int history,int rangeL,int rangeR)
135 {
136     int i=history-rangeL;
137     int nRes;
138     while(i>=rangeR){
139         if(i<rangeR){nRes=-1;}
140         int resultT=0;
141         int resultB=0;
142         int j=1;
143         while(j<=rangeR){
144             if(iHigh(Symbol(),tf,i)>iHigh(Symbol(),tf,i-j)){resultT++;}
145             if(iLow(Symbol(),tf,i)<iLow(Symbol(),tf,i-j)){resultB++;}
146             j++;}
147         j=1;
148         while(j<=rangeL){
149             if(iHigh(Symbol(),tf,i)>=iHigh(Symbol(),tf,i+j)){resultT++;}
150             if(iLow(Symbol(),tf,i)<=iLow(Symbol(),tf,i+j)){resultB++;}
151             j++;}
152         if((resultT==rangeL+rangeR && resultB==rangeL+rangeR) || (resultT!=rangeL+rangeR && resultB!=rangeL+rangeR)){nRes=-1;}
153         if(resultB==rangeL+rangeR){nRes=0;}
154         if(resultT==rangeL+rangeR){nRes=1;}
155         //---write new---
156         if(nRes!=-1){
157             double nCena; //nova cena
158             double sCena; //stara cena
159             int Len=getLength(); //delka pole
160             int LI=getNewestIndex(); //hodnota posledního zapsaneho indexu
161             bool LIT=pole[LI].typ; //last index type
162             int LCIA=pole[LI].svicka; //last candle in array
163             if(Len>0){
164                 if(nRes==LIT){
165                     if(LIT==1){
166                         nCena=iHigh(Symbol(),tf,i);
167                         sCena=iHigh(Symbol(),tf,LCIA);
168                         if(nCena>sCena){pole[LI].svicka=i;}}
169                     if(LIT==0){
170                         nCena = iLow(Symbol(),tf,i);
171                         sCena = iLow(Symbol(),tf,LCIA);
172                         if(nCena<sCena){pole[LI].svicka=i;}}
173                 if(nRes!=LIT){
174                     pole[Len].svicka=i;
175                     pole[Len].typ=nRes;}
176             }
177             else{
178                 pole[Len].svicka=i;
179                 pole[Len].typ=nRes;}
180         }
181         i--;
182     }
183 }

```

Obrázek č. 21: ZigZag - zdrojový kód

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 18)

V průběhu hledání ZigZag bodů je taktéž kontrolováno, zda je dodrženo správné střídání bodů, aby nenastal případ, kdy by v poli nalezených bodů byly uloženy dva nebo více stejně orientovaných vrcholů a nebyly například dva *high* body za sebou.

V poli musí vždy být dodržena struktura *high – low – high – low – high...* V případě, že se v grafu vyskytnou dva *high* po sobě, nastane porovnávání, který z těchto dvou *high* je vyšší. Ten vhodnější se zachová, druhý je smazán spolu s indikátorem (šipkou), jak již bylo popsáno dříve.

3.2.2 Testování funkce/indikátoru ZigZag

Zda funkce/indikátor vrací správné výsledky lze ověřit jednoduše pomocí vykreslování šipek do grafu. Na vykreslování objektů do grafu existuje mnoho funkcí, níže můžete vidět ukázkou jedné z těchto funkcí, jedná se o jeden z nejpoužívanějších způsobů vykreslování objektů do grafu, kterým jsem se inspiroval na oficiálním fóru MQL. (17)

```
void ArrowUp(int shift)
{
    ObjectCreate(IntegerToString(Head_testArrow),OBJ_ARROW,0,Time[shift],High[shift]+200*Point);
    ObjectSet(IntegerToString(Head_testArrow),OBJPROP_STYLE,STYLE_SOLID);
    ObjectSet(IntegerToString(Head_testArrow),OBJPROP_ARROWCODE,SYMBOL_ARROWDOWN);
    ObjectSet(IntegerToString(Head_testArrow),OBJPROP_COLOR,LimeGreen);
    Head_testArrow++;
}
//-----+
void ArrowDown(int shift)
{
    ObjectCreate(IntegerToString(Head_testArrow),OBJ_ARROW,0,Time[shift],Low[shift]-200*Point);
    ObjectSet(IntegerToString(Head_testArrow),OBJPROP_STYLE,STYLE_SOLID);
    ObjectSet(IntegerToString(Head_testArrow),OBJPROP_ARROWCODE,SYMBOL_ARROWUP);
    ObjectSet(IntegerToString(Head_testArrow),OBJPROP_COLOR,OrangeRed);
    Head_testArrow++;
}
```

Obrázek č. 22: Funkce vykreslování objektů do grafu

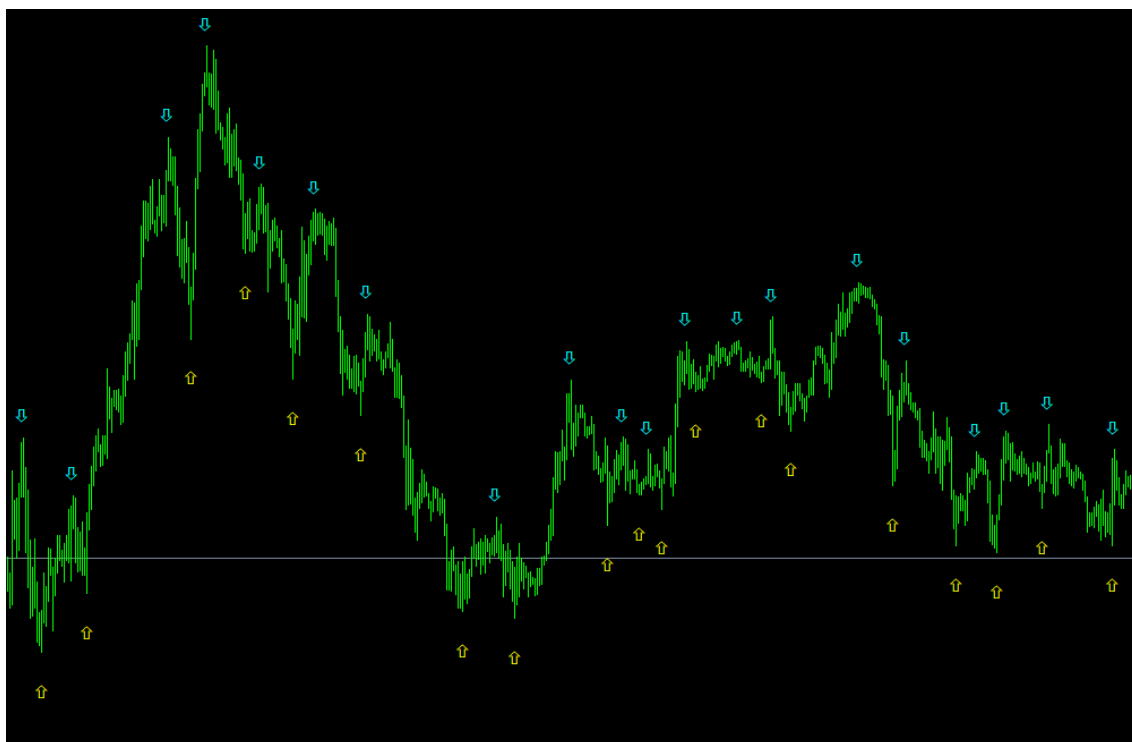
(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 17,18)

Jakmile jsou funkce na vykreslování objektů do grafu připraveny, budou volány vždy při nalezení ZigZag bodu. Funkce jsou dvě, jedna pro vykreslování šipky směřující nahoru, druhá pro vykreslení šipky směrem dolů, aby bylo možné zkontrolovat, zda program správně rozlišuje *high* a *low*.

Tyto funkce budou volány pouze při testování ZigZagu samotného, při spuštění strategie už tyto informace nebudou nutné a také by vznikl problém s udržení správného indexu vykresleného objektu, který je potřeba smazat. Objekty vykreslené do grafu je potřeba v určitých situacích mazat. Tyto situace nastávají v případě, že se například

objeví dva *high* body po sobě, přičemž ten druhý, nový bod je vyšší, tím nastává nutnost odebrat ten starší z pole a zároveň smazat vykreslený objekt v grafu, jenž identifikuje daný bod. Jenotlivé body ZigZagu budu totiž spojovat čarami. Na to existuje velice známá funkce „trendlines“. Je velice podobná jako funkce pro vykreslování šipek popsané výše. Jedná se opět o vykreslování objektu do grafu, tudíž se liší jen v několika aspektech. Těmi hlavními rozdíly jsou parametry, při volání funkce na vykreslení šipky se zadává pouze *shift*, tedy parametr, který znázorňuje posun na danou svíčku. U „trendlines“ je třeba zadat „startovní“ čas, „startovní“ cenu a „konečný“ čas s „konečnou“ cenou. Tyto parametry se dají brát jako hodnoty na ose X a Y, kdy čas představuje X a cena Y.

Parametry první ukázky spuštění: *oldest = 800; rangeL = 5; rangeR = 5*



Obrázek č. 22: ZigZag - Ukázka #1

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 6)

Funkce byla spuštěna na měnovém páru EURUSD (H1).

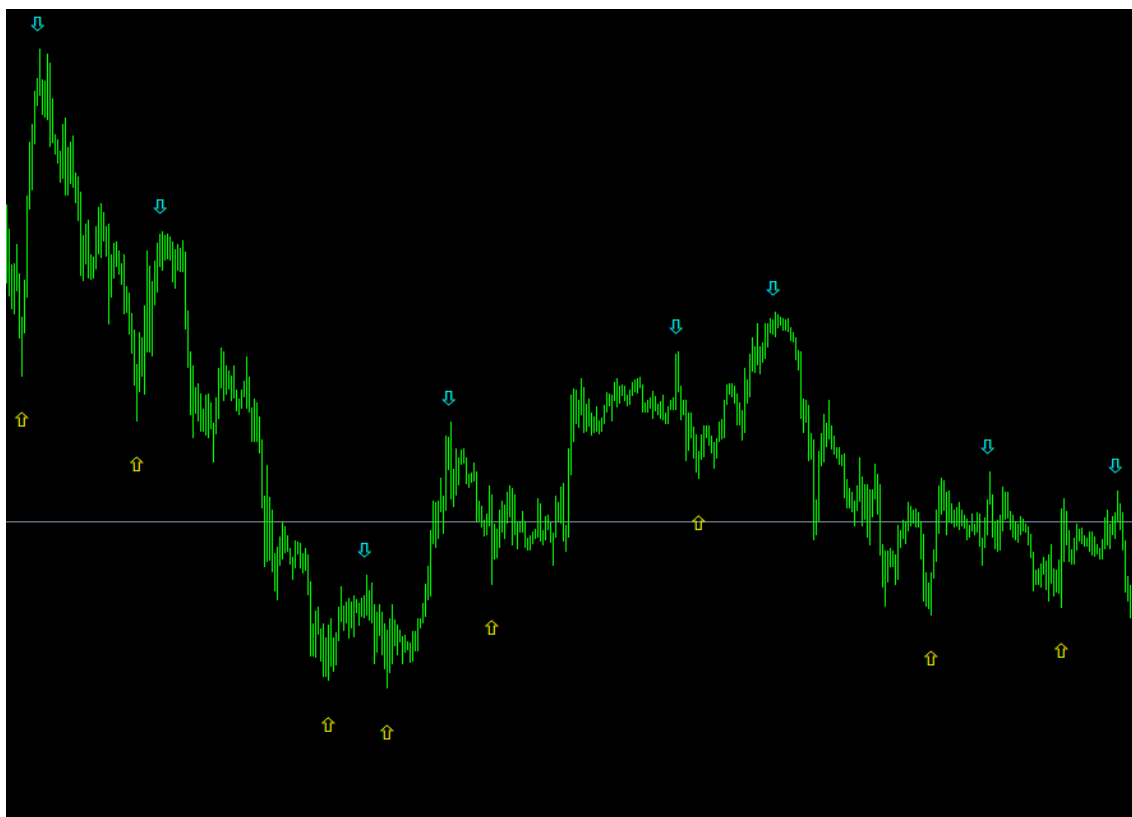
Na základě této prvního ukázky lze vidět, že program vrací očekávané výsledky. Žluté šipky znázorňují veškerá *low*, ty modré naopak veškerá *high*. Kromě správně označených vrcholů je dodrženo i správné střídání (*high – low – high – low – high...*)

Na začátku celého procesu je vytvořeno pole, do kterého jsou ukládány hodnoty, jenž znázorňují konkrétní ZigZag body na základě kterých bude vytvářen kanál finální strategie.

V druhém testu lze vidět rozdíl ve frekvenci nalezených bodů. Nyní funkce porovnává 20 sousedních svíček z každé strany. Nutno podotknout, že parametr *rangeR* určuje rychlost nalezení nejnovějšího bodu, tedy minimální zpoždění. Například pokud na grafu vidíme, že třeba desátá svíčka od konce je vhodným adeptem pro hledaný vrchol a *rangeR* je 20, musíme počkat na vytvoření deseti dalších svíček, které budou také splňovat podmínky, tedy budou všechny menší (v případě high) nebo větší v případě low.

Na ukázce níže je zobrazený průběžný stav ZigZagu (výřez), takže svíčka nejvíce vpravo neznázorňuje tu nejaktuálnější, tudíž zde nelze demonstrovat výše popisovanou problematiku parametru „rangeR“

Parametry druhé ukázky spuštění: *oldest* = 800; *rangeL* = 20; *rangeR* = 20



Obrázek č. 23: ZigZag - Ukázka #2

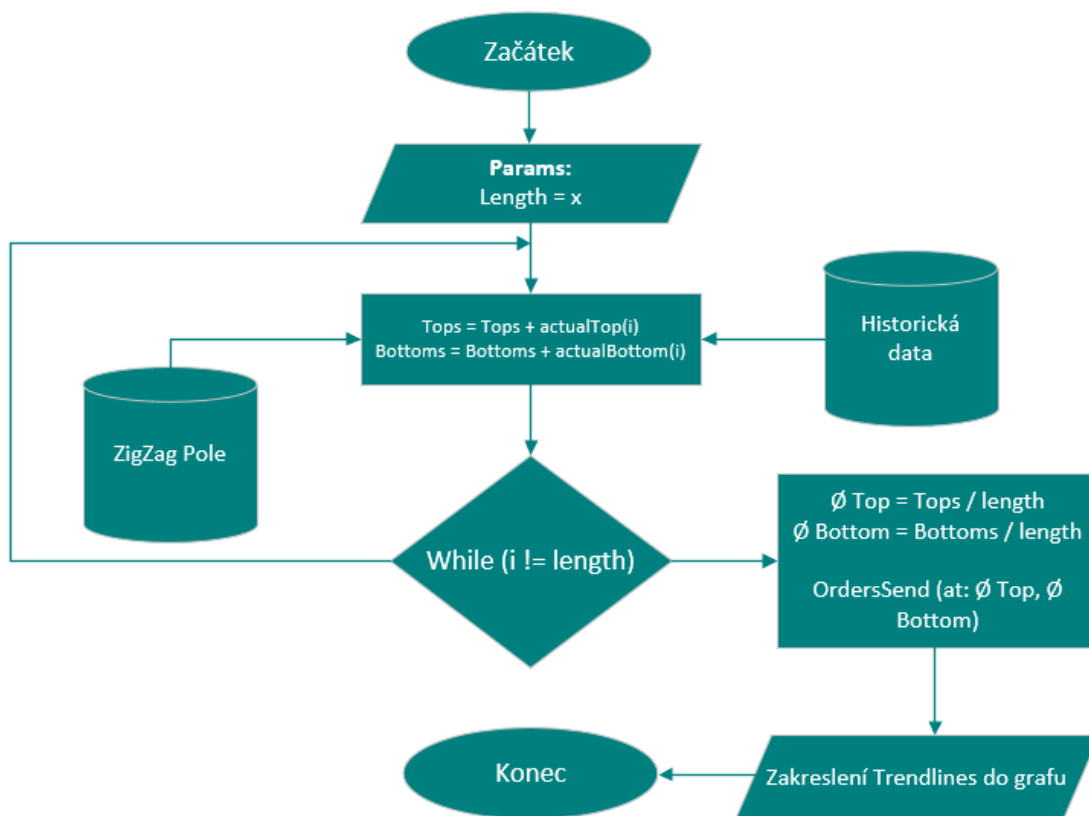
(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 6)

3.3 Strategie „Average Top & Bottom“

Nyní můžeme překročit k vývoji samotné strategie. Základním stavebním kamenem zde bude pole, které je plněno předchozí funkcí ZigZag, jsou zde uloženy body, které byly nalezeny jakožto lokální minima a maxima. Toto pole bude sloužit jako hlavní zdroj dat společně s historickými daty jako takovými samozřejmě.

3.3.1 Vývojový diagram a zdrojový kód

Strategie jako taková je poměrně jednoduchá a váže se na jeden parametr při jejím volání. Tento parametr se jmenuje *length* a určuje počet, z kolika spodních a horních bodů ZigZagu bude vytvořen pomyslný kanál, jenž byl zmiňován na začátku kapitoly 3 (Vlastní návrhy řešení). Pokud je parametr *length* roven například šesti, znamená to, že bude probíhat výpočet nad dvanácti posledními hodnotami uloženými funkcí ZigZag do pole (šest pro *high* a šest pro *low*).



Obrázek č. 24: Strategie - Vývojový diagram
(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 25)

Jakmile jsou vypočítány hodnoty horní a spodní hranice, které tvoří již zmiňovaný kanál, následuje zadávání obchodních příkazů a s tím spojený „money management“. Prozatím se nabízí dvě strategie, ta první bude spekulovat nad vrácením ceny z vnějšího prostředí kanálu zpět mezi vypočítané hranice. Ta druhá naopak nad proražením hranic směrem ven. Ideální nastavení a vhodné parametry ukáží až finální testy.

Jednotlivé obchodní příkazy jsou zadávány pomocí funkce *OrderSend()*, jenž nese zejména parametry: *Volume*, *openPrice*, *takeProfit*, *stopLoss* a *Expiration* a v poslední řadě *orderType* – tento parametr udává o jaký typ příkazu se bude jednat (např. BUYSTOP, SELLSTOP, BUYLIMIT..., jak již bylo zmíněno v kapitole 1.9.1 „Typy obchodních příkazů“).

```

67 void avgTop&Bottom(int length)
68 {
69     int shift, shiftB;
70     int T = length;
71     int B = length;
72     int lastWrittenIndex=getNewestIndex();
73     double tops=0;
74     double bottoms=0;
75     int lastDraw=0;
76     double actualTop, previousTop, actualBottom, previousBottom, averageTop, averageBottom, offset, takeProfit, stopLoss, openPrice;
77
78     lastKnownLength=getLength();
79     if(pole[lastWrittenIndex].typ==1)
80     {
81         shift=getNewestIndex();
82         shiftB=getNewestIndex()-1;
83     }
84     if(pole[lastWrittenIndex].typ==0)
85     {
86         shift=getNewestIndex()-1;
87         shiftB=getNewestIndex();
88     }
89     while (T!=0)
90     {
91         actualTop=iHigh(Symbol(), 0, pole[shift].svicka);
92         previousTop=iHigh(Symbol(), 0, pole[shift-2].svicka);
93         TrendLine2(iTime(Symbol(), tf, pole[shift-2].svicka), previousTop, iTime(Symbol(), tf, pole[shift].svicka), actualTop);
94         shift= shift-2;
95         tops = tops+actualTop;
96         T=T-1;
97     }
98     averageTop=NormalizeDouble((tops/length), 5);
99
100     while (B!=0)
101     {
102         actualBottom=iLow(Symbol(), 0, pole[shiftB].svicka);
103         previousBottom=iLow(Symbol(), 0, pole[shiftB-2].svicka);
104         TrendLine2(iTime(Symbol(), tf, pole[shiftB-2].svicka), previousBottom, iTime(Symbol(), tf, pole[shiftB].svicka), actualBottom);
105         shiftB=shiftB-2;
106         bottoms=bottoms+actualBottom;
107         B=B-1;
108     }
109     averageBottom=NormalizeDouble((bottoms/length), 5);
110

```

Obrázek č. 25: Strategie - Zdrojový kód - Tělo strategie

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 18)

Na obrázku výše lze vidět tělo strategie, kde jsou počítány hranice kanálu, inicializace lokálních proměnných a vykreslování „Trendlines“.

Jednotlivé obchodní příkazy jsou volány až níže v kódu, odděleně od těla strategie a to zejména kvůli přehlednosti. Funkce na zadávání obchodních pozic jsou volány až po ověření, zda není otevřený žádný jiný obchodní příkaz.

Tato podmínka má jednoduché vysvětlení a to abychom předešli zahlcení a zkreslení výsledku. Pokud bychom například spekulovali nad proražením hranice směrem ven, může cena oscilovat okolo této hladiny a tím by vznikalo opětovné splnění podmínky a nové otevření obchodních pozic na stejné hladině, než by byl vyplněn *stop-loss* nebo *profit-target*.

```

111  if(OrdersTotal()==0)
112  {
113      double lots=NormalizeDouble((AccountBalance()/10000),2);
114      if((Ask>(averageTop-((averageTop-averageBottom)/2))))
115      {
116          openPrice=averageTop-((averageTop-averageBottom)/2);
117          takeProfit=averageBottom;
118          stopLoss=averageTop;
119          OrderSend(Symbol(),OP_SELLSTOP,lots,openPrice,30,stopLoss,takeProfit,0,0,TimeCurrent()+150000,Green);
120      }
121
122      if((Ask<(averageTop-((averageTop-averageBottom)/2))))
123      {
124          openPrice=averageTop-((averageTop-averageBottom)/2);
125          takeProfit=averageTop;
126          stopLoss=averageBottom;
127          OrderSend(Symbol(),OP_BUYSTOP,lots,openPrice,30,stopLoss,takeProfit,0,0,TimeCurrent()+150000,Green);
128      }
129  }

```

Obrázek č. 26: Strategie - Zdrojový kód - Obchodní příkazy a Money management
(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 18)

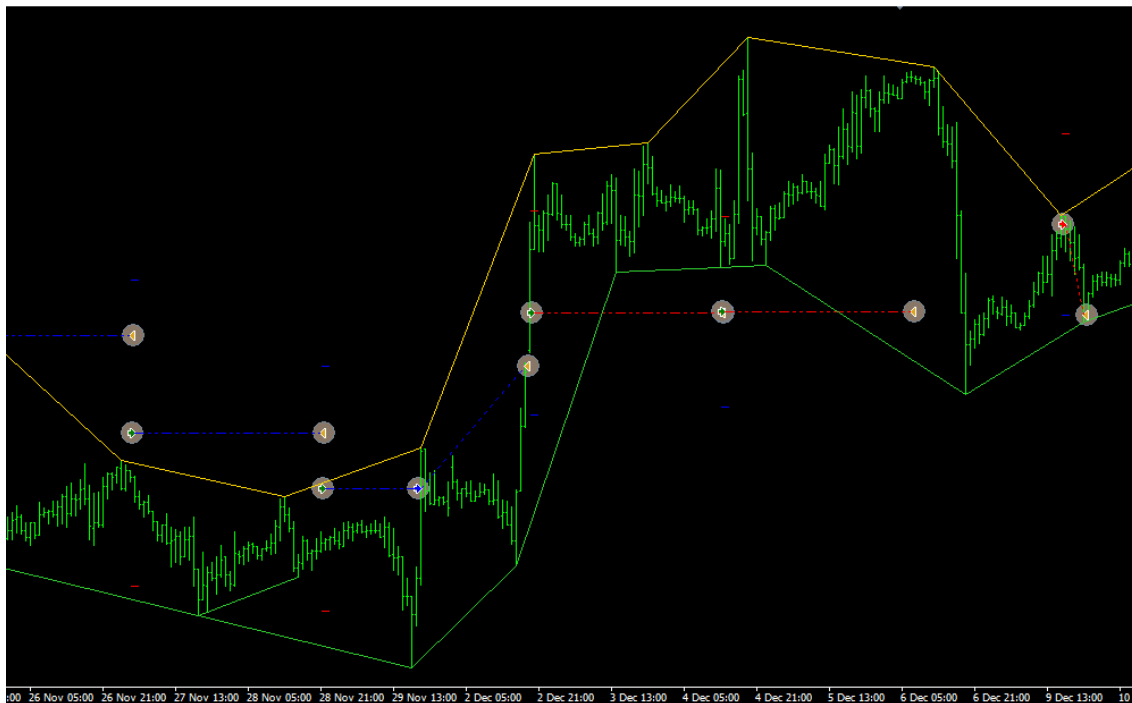
Parametr *lots* jednoduše ukazuje zvolený „money management“ – krátké vysvětlení: „čím víc mám, tím víc dám“. Tedy základní deposit je \$10.000 a touto hodnotou je v průběhu celého období před každým zadáním obchodního příkazu aktuální zůstatek dělen. Výsledkem je koeficient, který je zpočátku roven 1. Pokud strategie začne vykazovat zisky, začne automaticky nakupovat/prodávát více lotů. Příklad: začali jsme na již zmíněných \$10.000, po několika úspěšných obchodech máme aktuální zůstatek \$16.000, příští obchodní příkaz bude zadán s 1,6 lotu ($16000 / 10000 = 1,6$).

3.3.2 Testování správného chování strategie

Abychom mohli otestovat, zda strategie dělá to, co od ní požadujeme, je třeba využít funkce na vykreslování spolu s příkazy na vypisování logů. Do logu si vypisují vždy konkrétní hodnoty, ze kterých jsou počítány obě hranice, jak spodní, tak vrchní a také finální hodnotu, ke které se následně vracím při zadání obchodního příkazu. Tímto způsobem lze ověřit, zda jsou příkazy zadávány správně. Příkaz na vypisování logů může vypadat například takhle:

```
Alert("cena: " + Ask + ", spodni_hranice: "+spodni_hranice);
```

Spojením těchto dvou faktorů, lze celkem efektivně zkontrolovat, zda-li strategie zachovala správnou funkčnost. Vykreslováním můžeme například ověřit, zda „spojujeme“ správné body. Názorná ukázka:

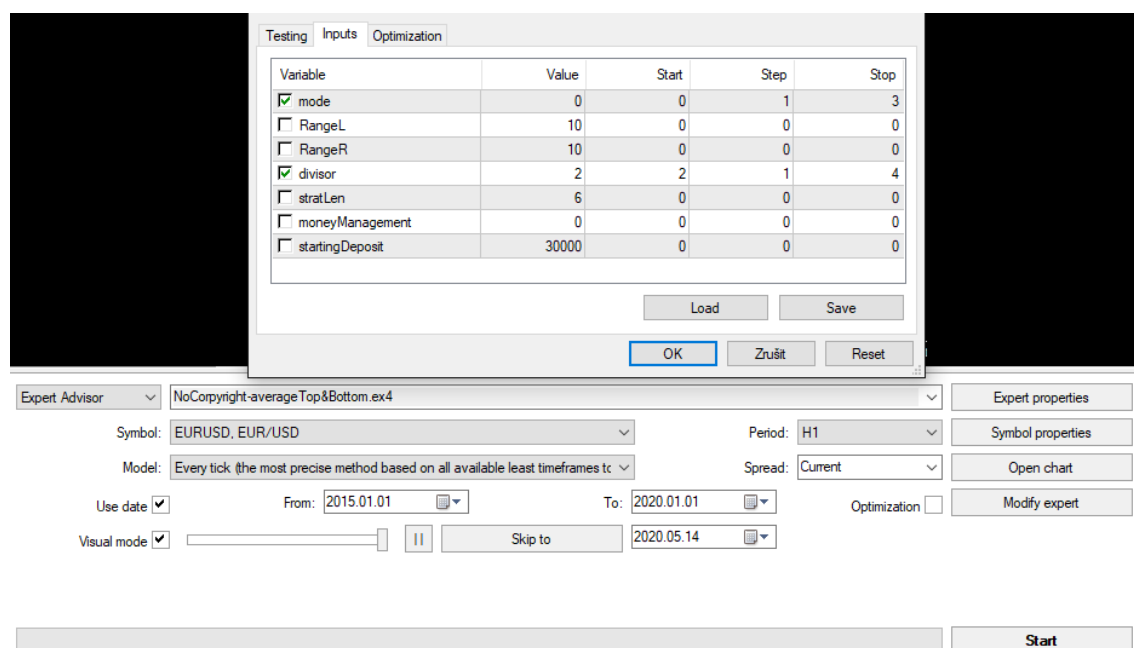


Obrázek č. 27: Test správného chování strategie
(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 6)

3.4 Backtest a optimalizace

Backtest a optimalizace budou prováděny přímo v aplikaci Metatrader, není potřeba žádný externí program. V Metatraderu je na tyto záležitosti vyvinuto velice „user-friendly“ prostředí. Na obrázku níže lze vidět názorně, jak probíhá nastavování backtestu.

V horní části je okno s parametry, zde se zobrazují veškeré externí proměnné, které jsou definovány na začátku zdrojového kódu strategie (př.: *extern int divisor;*). Ve sloupci *Value* jsou hodnoty, se kterými je backtest prováděn v případě, že probíhá čistě backtest bez optimalizace. V případě, že je spuštěna optimalizace, berou se tyto hodnoty v potaz, pokud není zaškrtnut checkbox na levé straně, který určuje, zda bude daný parametr optimalizován. V tomto případě probíhá optimalizace s parametry, které jsou určeny třemi sloupci napravo. *Start* udává začáteční hodnotu, *Step* pak určuje hodnotu kroku a *Stop* konečnou hodnotu. Například parametr *mode*, jak lze vidět, bude testován pro hodnoty 0, 1, 2 a 3.



Obrázek č. 28: Metatrader - Rozhraní backtestu

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 6)

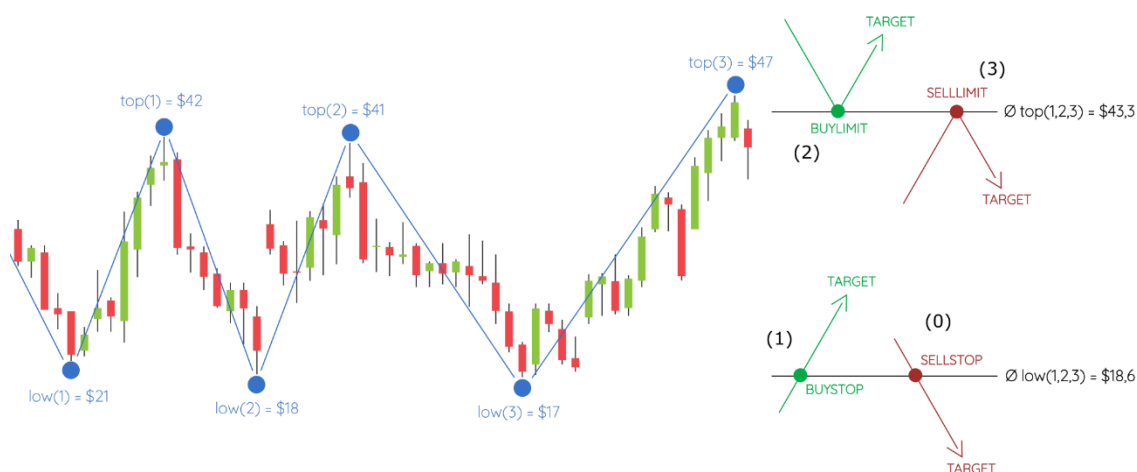
Ve spodní části tohto obrázku je rozhraní, pomocí kterého je backtest nastaven a spuštěn. Pokud je zaškrtnuté políčko *Optimization*, bude prováděna optimalizace

s parametry určenými výše. První řádek slouží pro zvolení testované strategie, druhý pro asset, na kterém backtest poběží a zároveň i pro periodu, třetí je pro modelaci a spread. Níže už je jen nastavení data od kdy do kdy a možnost vizualizace, případně určení její rychlosti.

3.4.1 Testované možnosti strategie

Na backtest se dostanou spolu s optimalizací 4 způsoby využití strategie. Pokud jde čistě o optimalizaci, tuto část zastává parametr *mode* (0 = breakOut, 1 = breakIn, 2 = limitOut, 3 = limitIn). Konkrétně pak tyto hodnoty znamenají následující:

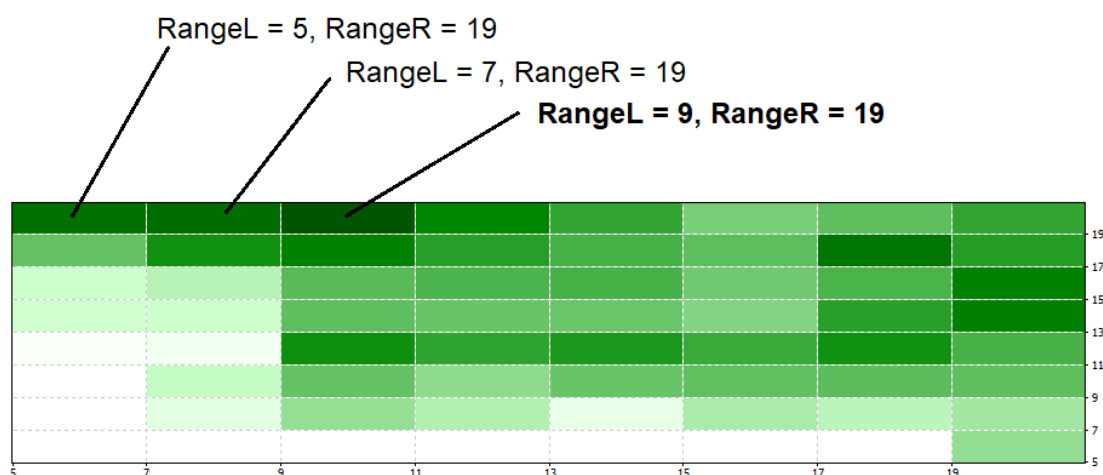
- **breakOut** – spekulujeme, že pokud se cena pohybuje uvnitř kanálů, snažíme se profitovat na scénáři, kdy cena prorazí směrem ven z kanálu,
- **breakIn** – nyní spekulujeme opak předchozího scénáře, snažíme se profitovat, pokud se cena vrací zpět z vnějšího prostředí směrem dovnitř,
- **limitOut** – záměrem je nyní profitovat na scénáři, kdy se cena nachází vně kanálu a při pokusu vrátit se zpět dovnitř, odrazí od supportu / rezistence směrem od kanálu,
- **limitIn** – opačný případ limitOut, spekulujeme na odražení ceny zpět při pokusu dostat se ven z kanálu.



Obrázek č. 29: Testované možnosti strategie
(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 16)

Veškeré optimalizace budou nejprve spouštěny na assetu *EUR/USD* v časovém

období 01. 01. 2015 – 01. 01. 2020 na hodinových datech (H1), posléze budou testovány na jiných assetech. První optimalizací bylo zjišťováno, jaká hodnota pro parametry *mode* a *divisor* bude nejvhodnější, výsledkem byl: *mode* = 1 (breakIn), *divisor* = 2. Tyto výsledky budou použity v dalších iteracích optimalizace. Ve druhé iteraci optimalizace je testován parametr *stratLen*, který znázorňuje počet bodů, které budou „spojovány“, respektive počet bodů, ze kterých je počítána hodnota pro obě hranice kanálu. Jako poslední budou testovány parametry *RangeL* a *RangeR*. Po třetí optimalizaci strategie je načase zobrazit testové výsledky, jenž se ukázaly být kladné. Na obrázku níže lze vidět výslednou mřížku s výsledky – čím tmavší, tím příznivější výsledek (vyšší profit).



Obrázek č. 30: Optimalizace #3 EUR/USD, 2015 - 2020

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 6)

U nejlepšího nastavení (tmavě zvýrazněno) bylo dosaženo profitu: \$64.706. Vzhledem k tomu, že počáteční deposit byl \$30.000, jedná se o více než dvojnásobné zhodnocení, což je velice dobrý výsledek po druhé iteraci testování a také nutno dodat, že testování probíhalo bez jakéhokoliv „money managementu“.

Následně budou prováděny optimalizace a backtesty na různých assetech a časových rámcích.

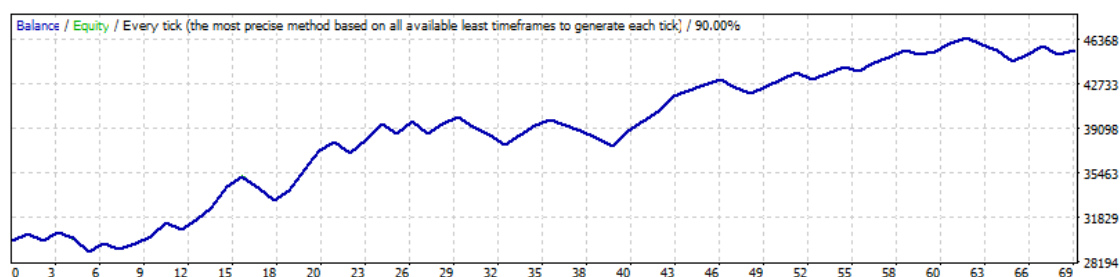
3.5 Nejlepší výsledky

Na základě několika backtestů a optimalizací bylo dosaženo kladných výsledků. Není jednoduché určit, na kterém z assetů dopadla obchodní strategie nejlépe, neboť každý vynikal v něčem jiném. Obecně dopadla strategie nejhůře na Bitcoinu, nicméně je nutné podotknout, že i přes to zde bylo dosaženo více než padesáti procentní zhodnocení základního kapitálu.

	1	2	3	4	5
Asset	EUR/USD	GBP/USD	USD/JPY	EUR/JPY	BTC/USD
Období	2015-2020	2015-2020	2015-2020	2015-2020	2015-2020
Čas. Rámec	H1	H1	H4	H1	H1
Drawdown (%)	14.07	14.37	8.28	10.62	10.40
Profit faktor	1.44	1.30	1.90	1.97	1.34
PnL (\$)	34 248	37 149	15 485	10 267	17 472
Strategy Type	breakIn	breakIn	limitOut	breakIn	breakOut
Počet obchodů	334	516	69	41	226
Úspěšné obch. (%)	56.89	54.26	62.32	63.41	55.31

Tabulka č. 2: Nejlepší výsledky

Velice pěkné výsledky byly dosaženy na assetu USD/JPY. Zde je třeba vyzdvihnout nejmenší dosažený drawdown (největší – finančně dosažený pokles v průběhu celého období – čím menší – tím lepší), tímto se stává nejmeně rizikovou ze všech. Také poměr úspěšných obchodů a profit faktor jsou téměř nejlepší. Bohužel zde bylo dosaženo nejmeně obchodů celkem.

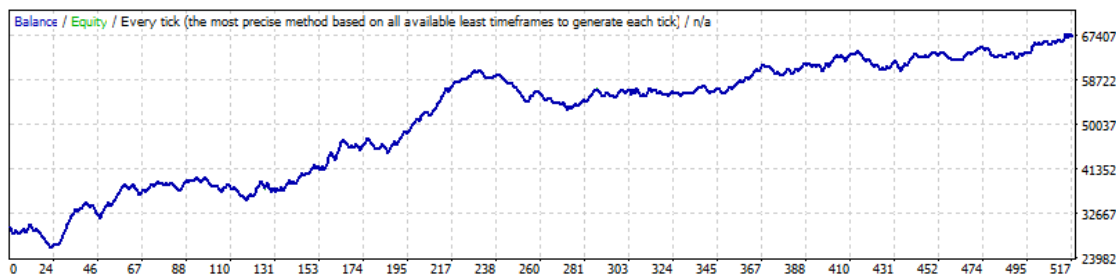


Obrázek č. 31: Výsledek č. 3 - USD/JPY

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 6)

Dále je třeba vyzdvihnout výsledky, které byly dosaženy na GBP/USD. Tady dokázala strategie více než zdvojnásobit základní kapitál. Na druhou stranu je zde největší

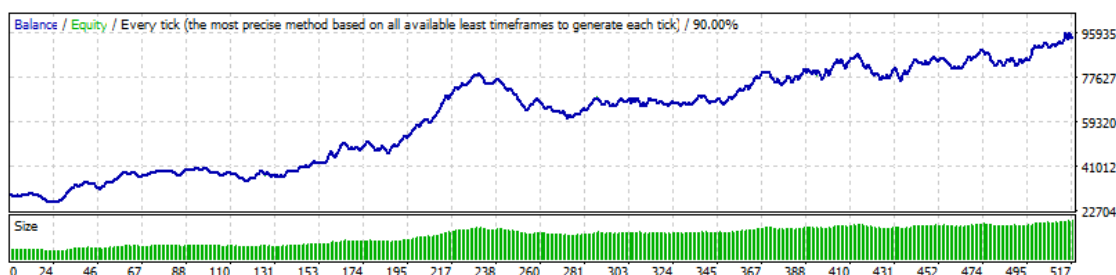
drawdown (nutno říci, že 14,37% je stále skvělý výsledek) a nejmenší profit faktor. Velké zisky zde byly dosaženy hlavně díky mnoha obchodům, celkem 516 (103/rok, 8.6/měsíc a přibližně 2 obchody/týden).



Obrázek č. 32: Výsledek č. 2 - GBP/USD

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 6)

A na závěr ještě ukázka výsledku, kdy je k nejziskovějšímu nastavení (č. 2 – GBP/USD) přidán jednoduchý „money management“, který funguje na principu poměrného zvyšování/snižování investované částky na základě růstu/poklesu kapitálu (podrobně v kapitole 3.3.1 *Vývojový diagram a zdrojový kód*). Došlo k více než trojnásobnému zhodnocení počátečního kapitálu, nicméně se to neblaze projevilo na hodnotách jako je například drawdown – ten vzrostl nyní na 25,72%. Klesl také profit faktor z předchozích 1,30 na 1,26. Ovšem všechny tyto špatné důsledky kompenzuje celkový profit.



Obrázek č. 33: Výsledek č. 2/1 - GBP/USD (mm)

(Zdroj: Vlastní tvorba dle: 6)

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit obchodní strategii a následně ji optimalizovat tak, aby vykazovala zisky. Aby bylo těchto výsledků možno dosáhnout, bylo třeba splnit tři dílčí části. Nejprve teoretická, v této části jsem obecně rozebral trh jako takový, kdo v něm figuruje a s jakými aspekty se lze na trhu setkávat. Na základě těchto poznatků jsem provedl analýzu současného stavu, kdy jsem zjistil, že se na trhu vyskytují příležitosti, které se mi zdály být vhodné pro tvorbu zisků.

Třetí část už byla zaměřena na vývojové prostředí, samotný vývoj strategie a hlavně na testové výsledky, jenž ukázaly, že strategie se ukázala být na všech pěti testovaných assetech úspěšná.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. HARTMAN, Ondřej. *Jak se stát forexovým obchodníkem: naučte se vydělávat na měnových trzích*. 2. rozšířené vydání Praha: FXstreet, c2014. ISBN 978-809-0441-835.
2. PODHAJSKÝ, Petr; NESNÍDAL, Tomáš. *Burza srozumitelně: MONEY MANAGEMENT A RISK MANAGEMENT*. c2011. ISBN 999-00-016-7312-3.
3. GRAHAM, B. *Inteligentní investor*. Praha: GRADA, 2007. 504 s. ISBN 978-80-247-1792-0.
4. Mince [online].[cit.2019-04-24]. Dostupné z:
<https://www.certifiedcoinconsultants.com/the-history-of-ancient-and-medieval-coins.html>
5. Otevírací hodiny FOREXu [online].[cit. 2019-04-24]. Dostupné z:
<https://www.forex-zone.cz/co-je-forex-a-jak-na-nem-vydelat>
6. Aplikace Metatrader, OANDA v20 Practice – Demo account
7. Line chart [online] [cit. 2020-01-21].
Dostupné z: <https://datavizproject.com/data-type/line-chart/>
8. Bar chart & Candle chart [online] [cit. 2020-01-21].
Dostupné z: <https://www.ig.com/au/trading-strategies/candlestick-trading-explained-181218>
9. UPTREND [online] [cit. 2020-01-23].
Dostupné z: <https://efxto.com/diccionario/linea-de-tendencia-alcista>
10. Head & Shoulders [online] [cit. 2020-02-04].
Dostupné z: <https://www.czechwealth.cz/slovník-pojmu/head-and-shoulders>
11. ZigZag [online] [cit. 2020-02-04].
Dostupné z: <https://alpari.com/en/beginner/articles/intro-forex-charts/>
12. Co je SHORT - SIGNAL TRADE. SIGNAL TRADE - Investiční zprostředkovatel [online]. Copyright © 2011 [cit. 2020-03-13].
Dostupné z: <http://www.signaltrade.cz/co-je-short/>
13. Typy obchodních příkazů pro forex | W4T.CZ. W4T.CZ [online]. Copyright © 2015 W4T s.r.o. [cit. 2020-03-13].
Dostupné z: <https://www.w4t.cz/forexove-typy-obchodnich-prikazu/>

14. Identifikace trendu; 2. část | Forex Zone. Největší Forex zpravodajství | Forex Zone [online]. Copyright © 2008 [cit. 2020-04-12].
Dostupné z: <https://www.forex-zone.cz/blog/identifikace-trendu-2-část>
15. Jak zakreslit a obchodovat cenový kanál | FXstreet.cz. FXstreet.cz - forex, komodity, kryptoměny, trading, zpravodajství | FXstreet.cz [online]. Copyright © 2009 [cit. 2020-04-12]. Dostupné z: <https://www.fxstreet.cz/tym-fxopen-jak-zakreslit-a-obchodovat-cenovy-kanal.html>
16. Vlastní tvorba [použitý program: Inkscape – grafický, vektorový editor]
17. How to draw an arrow - Free Trading - MQL4 and MetaTrader 4 - MQL4 programming forum. MQL5: MetaTrader [online]. Dostupné z: <https://www.mql5.com/en/forum/112556>
18. Zdrojový kód – editor: MetaEditor (MQL4/MQL5) [MT4]
19. Webová aplikace QuantConnect [online]. Dostupné z: <https://www.quantconnect.com/>
20. Webová aplikace Quantopian [online]. Dostupné z: <https://www.quantopian.com/>
21. Kryptoměny | Finanční magazín Finex.cz - Objektivní průvodce světem financí [online]. Copyright © 2014 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://finex.cz/rubrika/kryptomeny/>
22. Kryptoměna – Wikipedie. [online] [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kryptom%C4%9Bna>
23. Technology: Blockchain | Financial Times [online] [cit. 2020-05-11].
Copyright © THE FINANCIAL TIMES LTD 2020. Dostupné z: <https://www.ft.com/content/eb1f8256-7b4b-11e5-a1fe-567b37f80b64>
24. Bitcoin – Kurzy.cz [online] [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/bitcoin/co-je-to-bitcoin>
25. Aplikace Microsoft Visio Professional
26. CHAN, Ernie. *Algorithmic Trading: Winning Strategies and Their Rationale*. C2013. ISBN 978-1-118-46014-6.

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Historická platidla	12
Obrázek č. 2: Hráči na FOREXu	13
Obrázek č. 3: Blockchain.....	19
Obrázek č. 4: Line chart.....	21
Obrázek č. 5: Bar chart & Candle chart.....	22
Obrázek č. 6: UPTREND.....	23
Obrázek č. 7: Head & Shoulders	24
Obrázek č. 8: Single Moving Average.....	25
Obrázek č. 9: Stochastic Oscillator.....	25
Obrázek č. 10: Typy obchodních příkazů	28
Obrázek č. 11: QuantConnect.....	29
Obrázek č. 12: Quantopian	30
Obrázek č. 13: MetaTrader 4	31
Obrázek č. 14: ZigZag (Metatrader)	32
Obrázek č. 15: Trendový kanál.....	33
Obrázek č. 16: Average Top & Bottom.....	34
Obrázek č. 17: Princip vlastní funkce ZigZag – High / „RangeL/R“ = 5.....	35
Obrázek č. 18: Princip vlastní funkce ZigZag – Low / „RangeL/R“ = 5	36
Obrázek č. 19: Hledání ZigZag bodů.....	37
Obrázek č. 20: ZigZag - Vývojový diagram.....	38
Obrázek č. 21: ZigZag - zdrojový kód.....	39
Obrázek č. 22: ZigZag - Ukázka #1	41
Obrázek č. 23: ZigZag - Ukázka #2.....	42
Obrázek č. 24: Strategie - Vývojový diagram	43
Obrázek č. 25: Strategie - Zdrojový kód - Tělo strategie	44
Obrázek č. 26: Strategie - Zdrojový kód - Obchodní příkazy a Money management ...	45
Obrázek č. 27: Test správného chování strategie	46
Obrázek č. 28: Metatrader - Rozhraní backtestu	47
Obrázek č. 29: Testované možnosti strategie	48
Obrázek č. 30: Optimalizace #3 EUR/USD, 2015 - 2020	49

Obrázek č. 31: Výsledek č. 3 - USD/JPY	50
Obrázek č. 32: Výsledek č. 2 - GBP/USD.....	51
Obrázek č. 33: Výsledek č. 2/1 - GBP/USD (mm).....	51

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka č. 1: Nječastější měnové páry	17
Tabulka č. 2: Nejlepší výsledky	50

23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
										London													
															New York								
Sydney																							
		Tokyo																					

Příloha č. 1: Otevírací hodiny FOREXu

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 5)